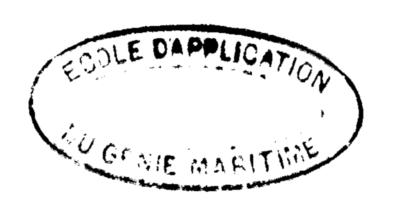
COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.



PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, QUAI DES AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME QUATRE-VINGT-DEUXIÈME.

JANVIER — JUILLET 1876.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1876

ÉTAT DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

AU 1er JANVIER 1876.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION Ire. — *Géométrie.*

Messieurs :

CHASLES (Michel) (C. ✻).
HERMITE (Charles) (O. ✻).
SERRET (Joseph-Alfred) (O. ✻).
BONNET (Pierre-Ossian) (O. ✻).
PUISEUX (Victor-Alexandre) ✻.
BOUQUET (Jean-Claude) ✻.

SECTION II. — *Mécanique.*

MORIN (Le général Arthur-Jules) (G. O. ✻).
SAINT-VENANT (Adhémar-Jean-Claude BARRÉ DE) (O. ✻).
PHILLIPS (Édouard) ✻.
ROLLAND (Eugène) (C. ✻).
TRESCA (Henri-Édouard) (O. ✻).
RESAL (Henry-Amé) ✻.

SECTION III. — *Astronomie.*

LIOUVILLE (Joseph) (C. ✻).
LE VERRIER (Urbain-Jean-Joseph) (G. O. ✻).
FAYE (Hervé-Auguste-Étienne-Albans) (C. ✻).
JANSSEN (Pierre-Jules-César) ✻.
LOEWY (Maurice) ✻.
MOUCHEZ (Ernest-Amédée-Barthélemy) (C. ✻).

SECTION IV. — *Géographie et Navigation.*

TESSAN (Louis-Urbain DORTET DE) (O. ✻).
PARIS (Le Vice-Amiral François-Edmond) (G. O. ✻).
JURIEN DE LA GRAVIÈRE (Le Vice-Amiral Jean-Pierre-Edmond) (G. O. ✻).
DUPUY DE LÔME (Stanislas-Charles-Henri-Laurent) (G. O. ✻).
ABBADIE (Antoine-Thompson D') ✻.
YVON VILLARCEAU (Antoine-Joseph-François) ✻.

Section V. — *Physique générale.*

Messieurs :

Becquerel (Antoine-César) (C. ✻).
Fizeau (Armand-Hippolyte-Louis) (O. ✻).
Becquerel (Alexandre-Edmond) (O. ✻).
Jamin (Jules-Célestin) (O. ✻).
Berthelot (Marcelin-Pierre-Eugène) (O. ✻).
Desains (Quentin-Paul) (O. ✻).

SCIENCES PHYSIQUES.

Section VI. — *Chimie.*

Chevreul (Michel-Eugène) (G. C. ✻).
Regnault (Henri-Victor) (C. ✻).
Balard (Antoine-Jérôme) (C. ✻).
Fremy (Edmond) (O. ✻).
Wurtz (Charles-Adolphe) (C. ✻).
Cahours (Auguste-André-Thomas) (O. ✻).

Section VII. — *Minéralogie.*

Delafosse (Gabriel) (O. ✻).
Sainte-Claire Deville (Charles-Joseph) (O. ✻).
Daubrée (Gabriel-Auguste) (C. ✻).
Sainte-Claire Deville (Étienne-Henri) (C. ✻).
Pasteur (Louis) (C. ✻).
Des Cloizeaux (Alfred-Louis-Olivier Legrand) ✻.

Section VIII. — *Botanique.*

Brongniart (Adolphe-Théodore) (C. ✻).
Tulasne (Louis-René) ✻.
Duchartre (Pierre-Étienne-Simon) (O. ✻).
Naudin (Charles-Victor) ✻.
Trécul (Auguste-Adolphe-Lucien).
Chatin (Gaspard-Adolphe) ✻.

SECTION IX. — *Économie rurale.*

Messieurs :

BOUSSINGAULT (Jean-Baptiste-Joseph-Dieudonné) (C. ✻).
DECAISNE (Joseph) (O. ✻).
PELIGOT (Eugène-Melchior) (O. ✻).
THENARD (Le Baron Arnould-Paul-Edmond) ✻.
BOULEY (Henri-Marie) (O. ✻).
MANGON (Charles-François-Hervé) (O. ✻).

SECTION X. — *Anatomie et Zoologie.*

EDWARDS (Henri-Milne) (C. ✻).
QUATREFAGES DE BRÉAU (Jean-Louis-Armand DE) (O. ✻).
BLANCHARD (Charles-Émile) (O. ✻).
ROBIN (Charles-Philippe) ✻.
LACAZE-DUTHIERS (Félix-Joseph-Henri DE) ✻.
GERVAIS (François-Louis-Paul) (O. ✻).

SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie.*

ANDRAL (Gabriel) (C. ✻).
BERNARD (Claude) (C. ✻).
CLOQUET (Le Baron Jules-Germain) (C. ✻).
BOUILLAUD (Jean) (C. ✻).
SÉDILLOT (Charles-Emmanuel) (C. ✻).
GOSSELIN (Athanase-Léon) (C. ✻).

SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

BERTRAND (Joseph-Louis-François) (O. ✻), pour les Sciences Mathématiques.

DUMAS (Jean-Baptiste) (G. C. ✻), pour les Sciences Physiques.

ACADÉMICIENS LIBRES.

Messieurs :

SÉGUIER (Le Baron Armand-Pierre) (O. ✵.
BUSSY (Antoine-Alexandre-Brutus) (O. ✵).
BIENAYMÉ (Irénée-Jules) (O. ✵).
LARREY (Le Baron Félix-Hippolyte) (G. O. ✵).
BELGRAND (Marie-François-Eugène) (C. ✵).
COSSON (Ernest-Saint-Charles) ✵.
LA GOURNERIE (Jules-Antoine-René MAILLARD DE) (O. ✵)
LESSEPS (Ferdinand-Marie DE) (G. C. ✵).
BRÉGUET (Louis-François-Clément) ✵.
DU MONCEL (Théodose-Achille-Louis) (O. ✵).

ASSOCIÉS ÉTRANGERS.

OWEN (Richard) (O. ✵), à Londres, *Angleterre*.
EHRENBERG (Christian-Gottfried), à Berlin, *Prusse*.
WÖHLER (Frédéric) (O. ✵), à Göttingue, *Prusse*.
KUMMER (Ernest-Édouard), à Berlin, *Prusse*.
AIRY (Georges-Biddell) ✵, à Greenwich, *Angleterre*.
TCHÉBICHEF (Pafnutij), à Saint-Pétersbourg, *Russie*.
CANDOLLE (Alphonse DE) ✵, à Genève, *Suisse*.
N. . . . .

CORRESPONDANTS.

NOTA. Le règlement du 6 juin 1808 donne à chaque Section le nombre de Correspondants suivant.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION I^re. — *Géométrie* (6).

NEUMANN (Franz-Ernest), à Kœnigsberg, *Prusse*.
SYLVESTER (James-Joseph), à Woolwich, *Angleterre*.
WEIERSTRASS (Charles), à Berlin, *Prusse*.
KRONECKER (Léopold), à Berlin, *Prusse*.
N. . . . .
N. . . . .

SECTION II. — *Mécanique* (6).

Messieurs :

CLAUSIUS (Julius-Emmanuel-Rudolf), à Wurtzbourg, *Bavière.*
CALIGNY (Anatole-François HÜE, Marquis DE), à Versailles, *Seine-et-Oise.*
DIDION (Isidore) (C. ✻), à Nancy, *Meurthe-et-Moselle.*
BROCH (Ole-Jacob), à Christiania, *Norvége.*
BOILEAU (Pierre-Prosper) (O. ✻), à Versailles, *Seine-et-Oise.*
N. . . . .

SECTION III. — *Astronomie* (16).

SANTINI (Giovanni), à Padoue, *Italie.*
HIND (John-Russell), à Londres, *Angleterre.*
PETERS (C.-A.-F.), à Altona, *Prusse.*
ADAMS (J.-C.), à Cambridge, *Angleterre.*
SECCHI (Le Père Angelo) (O. ✻), à Rome, *Italie.*
CAYLEY (Arthur), à Londres, *Angleterre.*
MAC-LEAR (Thomas), au Cap de Bonne-Espérance, *Colonie du Cap.*
STRUVE (Otto-Wilhelm), à Pulkova, *Russie.*
PLANTAMOUR (Émile), à Genève, *Suisse.*
LOCKYER (Joseph-Norman), à Londres, *Angleterre.*
ROCHE (Édouard-Albert) ✻, à Montpellier, *Hérault.*
HUGGINS (William), à Londres.
NEWCOMB (Simon), à Washington, *États-Unis.*
TISSERAND (François-Félix) ✻, à Toulouse, *Haute-Garonne.*
N. . . . .
N. . . . .

SECTION IV. — *Géographie et Navigation* (8).

LUTKE (l'Amiral Frédéric), à Saint-Pétersbourg, *Russie.*
TCHIHATCHEF (Pierre-Alexandre DE) (C. ✻), à Saint-Pétersbourg, *Russie.*
RICHARDS (le Capitaine Georges-Henry), à Londres, *Angleterre.*
DAVID (l'abbé Armand), missionnaire en Chine.
LEDIEU (Alfred-Constant-Hector) ✻, à Brest, *Finistère*, et à Paris, rue de Madame, 75.
S. M. DON PEDRO D'ALCANTARA, Empereur du Brésil, à Rio-de-Janeiro.
SABINE (le général Edward), à Londres, *Angleterre.*
N. . . . .

Section V. — *Physique générale* (9).

Messieurs :

Plateau (Joseph-Antoine-Ferdinand), à Gand, *Belgique*.
Weber (Wilhelm-Eduard), à Göttingue, *Prusse*.
Hirn (Gustave-Adolphe), au Logelbach, *Haut-Rhin*.
Helmholtz (Hermann-Louis-Ferdinand), à Berlin, *Prusse*.
Mayer (Jules-Robert de), à Heilbronn, *Bavière*.
Kirchhoff (Gustave-Robert), à Heidelberg, *Grand-Duché de Bade*.
Joule (James-Prescott), à Manchester, *Angleterre*.
Billet (F.), à Dijon, *Côte-d'Or*.
N. . . . .

SCIENCES PHYSIQUES.

Section VI. — *Chimie* (9).

Bunsen (Robert-Wilhelm-Eberhard) (O. ✵), à Heidelberg, *Grand-Duché de Bade*.
Malaguti (Faustinus-Jovita-Marianus) (O. ✵), à Rennes, *Ille-et-Vilaine*.
Hofmann (Auguste-Wilhelm), à Londres, *Angleterre*.
Favre (Pierre-Antoine) ✵, à Marseille, *Bouches-du-Rhône*.
Marignac (Jean-Charles Galissard de), à Genève, *Suisse*.
Frankland (Edward), à Londres, *Angleterre*.
Dessaignes (Victor), à Vendôme, *Loir-et-Cher*.
Williamson (Alexander-William), à Londres, *Angleterre*.
Zinin (Nicolas), à Saint-Pétersbourg, *Russie*.

Section VII. — *Minéralogie* (8).

Damour (Augustin-Alexis) (O. ✵), à Villemoisson, *Seine-et-Oise*.
Miller (William Hallowes), à Cambridge, *Angleterre*.
Leymerie (Alexandre-Félix-Gustave-Achille) ✵, à Toulouse.
Kokscharow (Nicolas de) à Saint-Pétersbourg, *Russie*.
Studer (Bernard), à Berne, *Suisse*.
N. . . . .
N. . . . .
N. . . . .

Messieurs :

Section VIII. — *Botanique* (10).

LESTIBOUDOIS (Gaspard-Thémistocle) ✵, à Lille, *Nord*.
SCHIMPER (Guillaume-Philippe) ✵, à Strasbourg.
BRAUN (Alexandre), à Berlin, *Prusse*.
HOFMEISTER (Friedrich-Wilhelm), à Heidelberg, *Grand-Duché de Bade*.
HOOKER (Jos. Dalton), à Kew, *Angleterre*.
PRINGSHEIM (Nathanael), à Berlin, *Prusse*.
PLANCHON (Jules-Émile), à Montpellier, *Hérault*.
WEDDELL (Hugues-Algernon) ✵, à Poitiers, *Vienne*.
BENTHAM (George), à Londres, *Angleterre*.
N. . . . .

Section IX. — *Économie rurale* (10).

GIRARDIN (Jean-Pierre-Louis) (O. ✵), à Rouen, *Seine-Inférieure*.
KUHLMANN (Charles-Frédéric) (C. ✵), à Lille, *Nord*.
PIERRE (Isidore) ✵, à Caen, *Calvados*.
CHEVANDIER DE VALDRÔME (Eugène-Jean-Pierre-Napoléon) (O. ✵), à Cirey-les-Forges, *Meurthe-et-Moselle*.
REISET (Jules) (O. ✵), à Écorchebœuf, *Seine-Inférieure*.
MARTINS (Charles-Frédéric) (O. ✵), à Montpellier, *Hérault*.
VIBRAYE (le Marquis Guillaume-Marie-Paul-Louis HURAULT DE), à Cheverny, *Loir-et-Cher*.
VERGNETTE-LAMOTTE (le Vicomte Gérard-Élisabeth-Alfred DE), à Beaune, *Côte-d'Or*.
MARÈS (Henri-Pierre-Louis) ✵, à Montpellier, *Hérault*.
CORNALIA (Émile-Balthazar-Marie), à Milan, *Italie*.

Section X. — *Anatomie et Zoologie* (10).

DE BAER, à Saint-Pétersbourg, *Russie*.
VAN BENEDEN (Pierre-Joseph), à Louvain, *Belgique*.
DE SIEBOLD (Charles-Théodore-Ernest), à Munich, *Bavière*.
BRANDT, à Saint-Pétersbourg, *Russie*.
LOVÉN, à Stockholm, *Suède*.
MULSANT (Étienne), à Lyon, *Rhône*.
STEENSTRUP (Japetus), à Copenhague, *Danemark*.
DANA (James-Dwight), à New-Haven, *États-Unis*.
CARPENTER (Guillaume-Benjamin), à Londres, *Angleterre*.
JOLY (Nicolas), à Toulouse, *Haute-Garonne*.

Section XI. — *Médecine et Chirurgie* (8).

Messieurs :

Virchow (Rodolphe de), à Berlin, *Prusse*.
Bouisson (Étienne-Frédéric) ✪, à Montpellier, *Hérault*.
Ehrmann (Charles-Henri) (O. ✪), à Strasbourg, *Bas-Rhin*.
Gintrac (Élie) (O. ✪), à Bordeaux, *Gironde*.
Rokitanski, à Vienne, *Autriche*.
Lebert (Hermann) (O. ✪), à Breslau, *Silésie*.
Ollier (Louis-Xavier-Édouard-Léopold) (O. ✪), à Lyon, *Rhône*.
Tholozan (Joseph-Désiré) (O. ✪), à Téhéran, *Perse*.

Commission pour administrer les propriétés et fonds particuliers de l'Académie.

Chasles,
Decaisne,
Et les Membres composant le Bureau.

Conservateur des Collections de l'Académie des Sciences.

Becquerel.

Changements survenus dans le cours de l'année 1875.

(*Voir* à la page 17 de ce volume.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 JANVIER 1876.

PRÉSIDENCE DE M. LE VICE-AMIRAL PARIS.

RENOUVELLEMENT ANNUEL

DU BUREAU ET DE LA COMMISSION ADMINISTRATIVE.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Vice-Président pour l'année 1876, lequel doit être choisi, cette année, parmi les Membres de l'une des Sections des Sciences physiques.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 53,

M. Peligot obtient.	50	suffrages.
M. Becquerel.	1	»
M. Daubrée.	1	»

Il y a un billet blanc.

M. **Peligot**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de deux Membres qui seront appelés à faire partie de la Commission centrale administrative.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 45,

M. Chasles obtient.	40	suffrages.
M. Decaisne.	40	»
M. Morin.	3	»
M. Chevreul.	2	»
M. Becquerel.	1	»
M. Bouillaud..	1	»
M. Brongniart.	1	»

Il y a un billet blanc.

MM. **Chasles** et **Decaisne**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, sont élus Membres de la Commission.

Conformément au Règlement, le Président sortant de fonctions doit, avant de quitter le Bureau, faire connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des Recueils qu'elle publie et les changements arrivés parmi les Membres et les Correspondants de l'Académie dans le cours de l'année.

M. **Fremy** donne à cet égard les renseignements suivants :

État de l'impression des Recueils de l'Académie au 1er janvier 1876.

Volumes publiés.

Comptes rendus de l'Académie. — Le tome LXXVIII (1er semestre 1874), et le tome LXXIX (2e semestre 1874) ont paru avec leur Table.

Les numéros ont été mis en distribution chaque semaine avec la régularité habituelle.

Volumes en cours de publication.

Mémoires de l'Académie. — Le tome XXXIX est divisé en deux parties et réservé aux travaux de M. Chevreul.

La première partie renferme des recherches chimiques sur la Teinture; treize feuilles de ce Mémoire sont tirées. L'imprimerie a épuisé sa copie.

La deuxième partie contient les Mémoires suivants :

D'une erreur de raisonnement très-fréquente dans les Sciences du res-

sort de la philosophie naturelle qui concernent le concret. Ce Mémoire occupe treize feuilles;

La Science devant la grammaire. Huit feuilles;

L'enseignement devant l'étude de la vision. Quatorze feuilles;

L'explication de nombreux phénomènes qui sont une conséquence de la vieillesse. Quarante feuilles.

Ce demi-volume se terminera par un Mémoire intitulé : « Histoire des principales opinions que l'on a eues de la nature chimique des corps de l'espèce chimique et de l'espèce vivante ». Le manuscrit sera donné sous peu de temps à l'imprimerie; les planches qui accompagnent ce travail sont gravées et tirées.

Le tome XL est entièrement terminé et sera distribué dans peu de jours. Il renferme les Mémoires dont l'indication suit :

M. Dupuy de Lôme, sur l'aérostat à hélice;

M. Ed. Becquerel, sur l'analyse de la lumière émise par les composés d'uranium phosphorescents;

M. Becquerel père, sur le mode d'intervention de l'eau et sur les forces électromotrices dans les actions chimiques;

MM. Becquerel père et fils, sur la température de deux sols semblables, l'un dénudé, l'autre couvert de gazon;

M. Becquerel père, sur la dynamique chimique; sur la formation de diverses substances cristallisées dans les espaces capillaires; sur l'intervention des forces physico-chimiques dans les phénomènes de nutrition; M. Ch. Robin, sur le développement embryogénique des Hirudinées; ce dernier Mémoire est accompagné de dix-neuf planches lithographiées.

Le tome XLI, réservé aux travaux de la Commission du Passage de Vénus, est divisé en deux parties. La seconde partie a été distribuée l'an dernier.

La première partie est en cours d'impression, elle contiendra le résumé des procès-verbaux des séances tenues par la Commission.

Vingt-deux feuilles sont en bons à tirer. La composition continue.

Le tome XLII, dont on réunit en ce moment les matériaux, aura également deux parties, qui contiendront les Rapports des observateurs et la discussion des observations.

Mémoires des Savants étrangers. — Le tome XXI a été distribué au mois de février dernier.

Le tome XXII va être mis en distribution sous peu de jours; il renferme les Mémoires suivants :

Mémoire sur le dédoublement de l'oxyde de carbone sous l'action combinée du fer métallique et des oxydes de ce métal, par M. L. Gruner;

Mémoire sur les fonctions caractéristiques des divers fluides et sur la théorie des vapeurs, par M. F. Massieu;

Recherches expérimentales sur la durée de l'étincelle électrique, par MM. Félix Lucas et Achille Cazin;

Théorèmes généraux sur l'équilibre et le mouvement des systèmes matériels, par M. Félix Lucas;

Recherches sur le *Phylloxera vastatrix* et sur la nouvelle maladie de la vigne, par M. Duclaux;

Études sur la nouvelle maladie de la vigne, par M. Maxime Cornu;

Étude sur la ventilation d'un transport-écurie, par M. L.-E. Bertin;

Note sur la résistance des carènes dans le roulis des navires et sur les qualités nautiques, par *le même;*

Recherches sur les végétaux silicifiés d'Autun. — Étude sur le *Sigillaria spinulosa*, par MM. B. Renault et Grand'Eury;

Étude sur le genre *Myelopteris,* par M. B. Renault;

Nouveaux procédés d'analyse médiate des roches et leur application aux laves de la dernière éruption de Santorin, par M. Fouqué;

Sur les surfaces trajectoires des points d'une figure de forme invariable dont le déplacement est assujetti à quatre conditions, par M. A. Mannheim;

Sur la maladie de la vigne et sur son traitement par le procédé de la submersion, par M. Louis Faucon;

Mémoire sur la reproduction du Phylloxera du chêne, par M. Balbiani;

De l'élasticité dans les machines en mouvement, par M. X. Kretz;

Étude sur les vignes d'origine américaine qui résistent au Phylloxera, par M. A. Millardet.

Le tome XXIII, réservé au Mémoire de M. Boussinesq, sur la théorie des eaux courantes, a cinquante-six feuilles tirées, les feuilles cinquante-sept à soixante-cinq sont en bons à tirer. La fin de ce Mémoire, accompagné d'une première Note additionnelle, est en placards. L'auteur en revoit les épreuves.

Le tome XXIV renferme le Mémoire de M. Grand'Eury, portant pour titre : « Flore carbonifère du département de la Loire ». Vingt-quatre

feuilles de ce travail sont tirées, les feuilles vingt-cinq à quarante-trois sont en bons à tirer; la fin du Mémoire est à la mise en pages.

Les vingt-huit planches qui l'accompagnent sont tirées.

Ce volume contiendra les dernières additions et éclaircissements au Mémoire de M. Boussinesq, inséré au tome XXIII. Vingt-cinq placards sont en correction.

Le tome XXV contient le Mémoire de M. P.-A. Favre, sur la transformation et l'équivalence des forces chimiques. Les vingt-quatre feuilles qui composent ce Mémoire sont tirées.

On insérera dans ce volume :

Le Mémoire de M. Maurice Girard, sur le Phylloxera dans les Charentes, dont toutes les feuilles sont bonnes à tirer.

Le Mémoire de MM. Cornu et Mouillefert, intitulé : « Expériences faites à la station viticole de Cognac, dans le but de trouver un procédé efficace pour combattre le Phylloxera.

Les trente feuilles de ce Mémoire sont en bons à tirer.

Le Mémoire de M. E. Azam, renfermé dans une seule feuille, accompagné d'une carte représentant le Phylloxera dans la Gironde, est en bon à tirer.

Le Mémoire de M. Boutin aîné, intitulé : « Études d'analyses comparatives sur la vigne saine et sur la vigne phylloxérée ». Ce travail se composera de trois feuilles, dont l'auteur aura bientôt revu les épreuves.

Changements arrivés parmi les Membres depuis le 1er janvier 1875.

Membres décédés.

« *Section d'Astronomie :* M. **Mathieu**, le 5 mars.

» *Associé étranger :* Sir **Ch. Wheatstone**, le 19 octobre.

Membre élu.

» *Section d'Astronomie :* M. **Mouchez**, le 19 juillet, en remplacement de M. **Mathieu**, décédé.

Membre à remplacer.

» *Associé étranger :* Sir **Ch. Wheatstone**, décédé.

Changements arrivés parmi les Correspondants depuis le 1er janvier 1875.

Correspondants décédés.

» *Section de Géométrie* : M. **Lebesgue**, à Bordeaux, le 10 juin.

» *Section de Mécanique* : M. **Séguin**, à Montbard, le 24 février.

» *Section d'Astronomie* : M. **Argelander**, à Bonn, le 17 février.

» *Section de Minéralogie* : M. **d'Omalius d'Halloy**, à Halloy, le 15 janvier; Sir **Ch. Lyell**, à Londres, le 22 février.

» *Section de Botanique* : M. **Thuret**, à Antibes, le 11 mai.

Correspondants élus.

» *Section de Mécanique* : M. **Broch**, à Christiana, le 11 janvier, en remplacement de M. **Burdin**, décédé; M. **Boileau**, à Versailles, le 22 mars, en remplacement de M. **Fairbairn**, décédé.

» *Section de Géographie et Navigation* : S. M. Don **Pedro d'Alcantara**, Empereur du Brésil, le 1er mars, en remplacement de M. **de Wrangell**, décédé; M. le Général **Sabine**, à Londres, le 12 avril, en remplacement de M. **Chazallon**, décédé.

» *Section de Botanique* : M. **Bentham**, à Londres, le 24 mai, en remplacement de M. **de Candolle**, élu Associé étranger.

» *Section d'Anatomie et Zoologie* : M. **Joly**, à Toulouse, le 29 mars, en remplacement de M. **P. Gervais**, élu Membre titulaire.

Correspondants à remplacer.

» *Section de Géométrie* : M. **Tchébichef**, à Saint-Pétersbourg, élu Associé étranger, le 18 mai 1874; M. **Lebesgue**, à Bordeaux, décédé le 10 juin 1875.

» *Section de Mécanique* : M. **Séguin**, à Montbard, décédé le 24 février 1875.

» *Section d'Astronomie* : M. **Hansen**, à Gotha, décédé le 28 mars 1874; M. **Argelander**, à Bonn, décédé le 17 février 1875.

» *Section de Géographie et Navigation* : M. **Livingstone**, à . . . , décédé le 1er mai 1873.

» *Section de Physique générale :* M. **Angström**, à Upsal, décédé le 21 juin 1874.

» *Section de Minéralogie :* M. **Naumann**, à Lepzig, décédé le 26 novembre 1873; M. **d'Omalius d'Halloy**, à Halloy, décédé le 15 janvier 1875; Sir **Ch. Lyell**, à Londres, décédé le 22 février 1875.

» *Section de Botanique :* M. **Thuret**, à Antibes, décédé le 11 mai 1875. »

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MAGNÉTISME. — *Sur la constitution intérieure des aimants;* par M. J. **Jamin**.

« Dans un aimant saturé, de longueur infinie, les intensités magnétiques y sont exprimées par la formule $y = Ak^{-x}$, ce qui représente une courbe d'autant plus allongée que k est plus petit; $\frac{1}{k}$ est ce que j'ai nommé *coefficient de conductibilité*. Pour un même acier en ses divers états, A est invariable, mais la conductibilité augmente avec le recuit et prend sa plus petite valeur quand il a été trempé au rouge blanc, dans l'eau froide. Si maintenant on compare entre eux les divers aciers trempés, on reconnaît que cette conductibilité minima est d'autant moindre que le degré d'aciération est plus élevé. Mais ceux du commerce ne contenant pas plus de $\frac{1}{100}$ de carbone, j'ai fait préparer par M. Dalifol une série d'aciers qui ont été soumis à des cémentations répétées, puis fondus, qui sont de plus en plus carburés et dont les derniers ne supportent pas la forge. Trempés au rouge blanc, ils sont de plus en plus durs, inattaquables par les acides, excepté l'eau régale, de moins en moins conducteurs du magnétisme, et, qui plus est, de moins en moins magnétiques. Les derniers sont à peine attirés par un électro-aimant, à peine aimantés dans une forte bobine soit pendant, soit après le passage du courant (*Comptes rendus*, t. LXXVII, p. 91).

» J'ai expliqué ces faits en admettant que ces aciers qui conduisent mal le magnétisme dans le sens de leur longueur le conduisent mal également dans leur profondeur, que leur aimantation, considérable à la surface externe, décroît de cette surface au centre, et que, pour les plus cé-

mentés, la couche magnétisée ne dépasse pas l'épaisseur d'un vernis. J'ai de plus établi que la loi du décroissement du magnétisme est donnée par la formule précédente. Ces idées ayant été récemment contestées par des expériences peu précises et mal interprétées, je viens les défendre et les préciser par des études plus complètes.

» Je prends comme exemple un acier de M. Dalifol, bien homogène, bien trempé, très-dur et fort peu conducteur. Ses dimensions étaient : longueur 280 millimètres, largeur 50 millimètres, épaisseur $10^{mm},6$. Après l'avoir aimanté à saturation et maintenu au repos pendant quelques jours pour l'amener à son équilibre définitif, je l'ai dissous peu à peu dans l'eau régale froide, le retirant de temps en temps pour mesurer son épaisseur e et la totalité de son magnétisme M, continuant l'opération sans interruption, aussi rapidement que possible, pendant toute une journée. Voici les résultats :

e.	M.	Différence pour $0^{mm},1$.	Fraction enlevée d'épaisseur.	Fraction enlevée de magnétisme.
mm	mm			
10,6	25,00	»	»	»
10,5	22,90	2,10	0,009	0,084
10,4	21,26	1,64	0,018	0,142
10,3	20,05	1,21	0,028	0,198
10,2	19,00	1,05	0,037	0,240
10,0	17,25	0,85	0,056	0,310
9,9	16,62	0,63	0,066	0,335
9,4	14,08	0,43	0,113	0,436
8,9	12,20	0,35	0,160	0,512
8,6	11,45	0,25	0,188	0,550
8,4	11,00	0,20	0,207	0,564

» Les valeurs de M satisfont sensiblement à l'équation $M = Ae + Be^3$. La troisième colonne contient les pertes de magnétisme pour des décroissements successifs d'épaisseur, égaux à $0^{m},1$. Ces pertes, d'abord égales à 2,10, diminuent régulièrement jusqu'à 0,20; la densité de la couche magnétique décroît donc de la surface au centre.

» La quatrième colonne contient les fractions d'épaisseur enlevée; la cinquième, les fractions de magnétisme disparu. Celles-ci sont toujours plus grandes que celles-là. Quand l'épaisseur décroît de $\frac{1}{15}$, le magnétisme diminue de $\frac{5}{15}$; si l'on enlève $\frac{1}{6}$ d'épaisseur, on enlève la moité de l'aimantation. Autrement : en usant de chaque côté $\frac{2}{10}$ de millimètre, on prend le quart du magnétisme total, et pour $1^{mm},1$, près des $\frac{2}{3}$. Les deux tiers du magnétisme étaient donc confinés dans une couche de $1^{mm},1$ d'épaisseur envelop-

pant un noyau de 8mm,4 qui conserve environ le tiers seulement de l'aimantation totale.

» Si l'on vient à réaimanter ce noyau de 8mm,4, on lui rend un magnétisme total égal à 23,5, presque autant que la lame primitive avant son usure. On voit que, par cette réaimantation, une nouvelle couche magnétique se refait à la surface, remplace celle qui avait été enlevée, et lui est presque égale, peut elle-même s'enlever comme la première et se remplacer comme elle dans les épaisseurs sous-jacentes.

» Pour un acier encore plus cémenté, l'aimantation se cantonne dans une épaisseur encore plus petite; mais, dans les aciers du commerce qui sont beaucoup plus conducteurs, l'aimantation pénètre à peu près uniformément dans la masse entière, comme il était facile de le prévoir (*).

» Ces résultats sont conformes à la théorie. Si l'on admet que, dans une lame d'épaisseur 2E, l'aimantation décroisse à partir des deux faces suivant la même loi que dans le sens de la longueur on trouve qu'elle est exprimée par la formule

$$y = A(k^{-(E-x)} + k^{-(E+x)});$$

x est compté à partir du milieu de la lame. Pour avoir la quantité totale M de magnétisme comprise dans cette lame de $-e$ à $+e$, c'est-à-dire réduite à l'épaisseur $2e$, il faut intégrer $y\,dx$ de $+e$ à $-e$, ce qui donne

$$(1) \qquad M = \frac{2A}{l.k} k^{-E}(k^e - k^{-e})$$

ou, en développant en série,

$$(2) \qquad M = 4A\,k^{-E}\left(e + \frac{e^3}{1.2.3} l^2 k + \ldots\right),$$

formule conforme aux mesures précédentes.

(*) C'est le cas de MM. Trève et Durassier. Ils mesurent la quantité de magnétisme par le sinus de la déviation imprimée par l'aimant à une boussole voisine. Tous les physiciens savent que cette méthode ne mesure rien quand la boussole est rapprochée et la déviation grande. Mais admettons qu'elle soit bonne; il faudrait au moins la calculer exactement. La quantité de magnétisme serait exprimée non par le sinus, mais par la tangente de la déviation, comme dans la boussole dite *des tangentes*. En corrigeant cette faute de calcul dans les expériences de MM. Trève et Durassier, on voit que le magnétisme n'est pas proportionnel au poids de l'acier, qu'il est représenté non par une droite, mais par une courbe, et que le magnétisme est plus dense à la surface qu'au centre. En résumé : 1° le magnétisme n'est pas proportionnel au poids de l'acier; 2° la méthode employée est insuffisante; 3° il y a une faute dans le calcul des expériences; 4° quand on la corrige, on trouve des résultats conformes aux miens.

» Cependant l'expérience de la dissolution d'un aimant est loin d'être simple.

» Des expériences nombreuses, qui seront développées dans un prochain Mémoire, prouvent que l'aimantation résiduelle du noyau est fonction de la durée plus ou moins rapide de la dissolution, de la longueur de l'acier et d'une foule de circonstances perturbatrices. Si les résultats précédents suffisent pour prouver la concentration du magnétisme à la surface, ils ne peuvent servir à trouver la loi exacte des distributions intérieures : on va suivre une autre marche.

» J'aimante la lame après avoir appliqué à ses extrémités, sur les deux faces, deux longues armatures de fer doux, serrées par des vis de pression. On sait qu'alors elle reçoit, comme si elle était infinie, toute la quantité de magnétisme que peut contenir sa ceinture moyenne; je mesure ce magnétisme, puis, ayant réduit la lame dans l'eau régale, repoli sa surface à la meule et remis les armatures, je recommence l'aimantation et sa mesure. A chaque opération ainsi faite, je détermine donc la somme de magnétisme M que prend, à saturation, un même acier de longueur infinie et d'épaisseur décroissante E.

» D'autre part, cette quantité de magnétisme est exprimée par la formule (1); en supposant $e = \mathrm{E}$, on a

$$(3) \qquad \mathrm{M} = \frac{2\mathrm{A}}{l.k}(1 - k^{-2\mathrm{E}}); \qquad \frac{\mathrm{M}}{1 - k^{-2\mathrm{E}}} = \frac{2\mathrm{A}}{l.k} = \text{const.}$$

» Pour déterminer la constante k il suffit de prendre sur la courbe deux valeurs M et M_1 correspondant à deux épaisseurs 2E et E

$$\mathrm{M} = \frac{2\mathrm{A}}{l.k}(1 - k^{-2\mathrm{E}}), \quad \mathrm{M}_1 = \frac{2\mathrm{A}}{l.k}(1 - k^{-\mathrm{E}}).$$

» Posons $k^{-\mathrm{E}} = z$, $k^{-2\mathrm{E}} = z^2$, et, en divisant,

$$\frac{\mathrm{M}}{\mathrm{M}_1} = \frac{1 - z^2}{1 - z},$$

ce qui est une équation du second degré dont les racines sont, l'une $z' = 1$ qui ne satisfait pas à la question, l'autre $z'' = k^{-\mathrm{E}} = \frac{\mathrm{M}}{\mathrm{M}_1} - 1$, en prenant le millimètre pour unité d'épaisseur, la valeur moyenne de k a été trouvée égale à 1,0853. Le tableau suivant montre, conformément à la formule, que le quotient de M par $1 - k^{-2\mathrm{E}}$ est une quantité constante. Nous ad-

mettrons en conséquence la loi de décroissement du magnétisme à l'intérieur exprimée par la formule (3).

E.	M.	$\frac{M}{1-k^{-2E}}$.	E.	M.	$\frac{M}{1-k^{-2E}}$.
10,9	51,00	61,11	6,8	40,0	58,57
10,5	49,5	60,07	6,2	38,0	59,22
9,9	49,22	61,06	5,7	36,0	58,99
9,5	48,10	60,69	5,2	34,0	38,66
9,10	46,0	59,10	4,9	33,0	59,39
8,5	45,5	60,25	4,1	28,7	58,24
8,4	44,6	59,37	4,4	31,0	59,61
8,15	44,10	59,49	3,7	26,7	58,49
7,6	43,0	60,07	2,95	22,6	58,61
7,2	40,5	57,26	2,50	20,0	59,00

» En discutant cette formule, on voit que si E augmente, k^{-2E} diminue et M augmente. Ainsi le magnétisme croît avec l'épaisseur du barreau.

» A partir d'une épaisseur suffisante, d'autant plus petite que k est plus grand, l'aimantation n'augmente plus avec E et prend une valeur limite

$$M_1 = \frac{2A}{l.k}.$$

Cette valeur limite est d'autant moindre que k est plus grand, ou l'acier moins conducteur; d'où il suit que les aciers très-cémentés et trempés doivent s'aimanter très-peu et également sous toute épaisseur : c'est ainsi qu'on explique ces singuliers aciers qui ne sont plus magnétiques.

» On peut écrire, en développant k^{-E},

$$M = 4AE\left(1 - \frac{El.k}{12} + \ldots\right).$$

Si l'on suppose que E croisse de E à nE;

$$M = 4AnE\left(1 - \frac{nEl.k}{1.2} + \ldots\right);$$

mais, si l'on superposait n lames d'épaisseur E, on aurait

$$M_1 = 4AnE\left(1 - \frac{El.k}{1.2} + \ldots\right).$$

Le rapport

$$\frac{M_1}{M} = \frac{2 - El.k + \ldots}{2 - nEl.k + \ldots}$$

croît avec n; d'où l'on voit qu'un faisceau de n lames sera toujours plus

fort qu'un barreau unique du même acier qui aurait les mêmes dimensions, et le rapport croîtra indéfiniment avec le nombre des lames. Cela justifie l'emploi des lames minces dans la construction des aimants. »

THERMOCHIMIE. — *Nouvelles recherches thermiques sur la formation des composés organiques. Acétylène;* par M. **Berthelot.**

« 1. L'étude de la formation des composés organiques m'a conduit à en examiner le mécanisme général, c'est-à-dire la nature et la grandeur du travail des forces moléculaires, ce dernier étant mesuré par les quantités de chaleur dégagées. Après avoir établi (*Annales de Chimie et de Physique,* 3e série, t. VI, p. 329) que ces quantités pouvaient être déduites des chaleurs de combustion, méthode irréprochable en principe, mais qui fait dépendre les valeurs cherchées de la différence entre des valeurs beaucoup plus grandes, j'ai cherché des méthodes plus directes, fondées sur les réactions de la voie humide, et susceptibles d'être réalisées dans les conditions plus précises du calorimètre ordinaire. C'est ainsi que j'ai étudié successivement la formation des *composés nitriques et nitrés* (*Comptes rendus,* t. LXXIII, p. 260); celle de la *série du cyanogène* (*Annales de Chimie et de Physique,* 5e série, t. V, p. 433); celle des *acides formique et oxalique* (même volume, p. 289); la formation des *alcoolates, phénates* (même recueil, 4e série, t. XXIX, p. 289) et autres *sels des acides organiques* (même recueil, 5e série, t. IV, p. 80 et t. VI, p. 325); celle des *chlorures acides et acides anhydres* (en commun avec M. Louguinine, même recueil, 5e série, t. VI, p. 289); je vais présenter maintenant à l'Académie mes expériences sur l'*acétylène,* sur l'*aldéhyde,* et sur la *formation des éthers au moyen des carbures d'hydrogène et des alcools,* problème le plus général peut-être qui soit en Chimie organique.

» 2. J'ai oxydé l'acétylène par le permanganate de potasse. En rendant ce réactif tour à tour alcalin et acide, on peut brûler complétement l'acétylène et le changer en eau et acide carbonique. C'est ce que j'ai vérifié par des dosages rigoureux, en complétant la réduction du réactif à l'aide d'une solution titrée d'acide oxalique. Par exemple, le poids de l'acétylène absorbé (déterminé par la pesée directe de la liqueur) étant $0^{gr},1595$, le poids de l'oxygène consommé dans son oxydation a été trouvé égal à $0^{gr},492$. Le calcul indique $0^{gr},491$.

» 3. Voici comment j'ai mesuré la chaleur dégagée par cette oxydation, à l'aide d'un procédé qui s'applique à beaucoup de réactions analogues, et

qui comporte des manipulations moins compliquées et une pesée de la matière plus certaine que les combustions opérées au moyen de l'oxygène libre.

» *Préliminaires.* — On place dans une fiole 500 centimètres cubes d'une solution de permanganate de potasse très-pur, renfermant 10 grammes au litre; puis 25 centimètres cubes d'une solution de potasse; la fiole est pourvue d'un bouchon à trois trous, dont deux destinés à l'entrée et à l'issue des gaz. Le dernier trou reçoit la tige d'un thermomètre calorimétrique : la fiole elle-même, dont on connaît la valeur en eau, est destinée à servir de calorimètre. On la pèse avec le bouchon, les tubes, le thermomètre, etc., sur une balance sensible au demi-milligramme, en prenant comme tare un vase de même verre et de même surface; puis on place la fiole dans la double enceinte entourée d'eau qui sert à mes expériences ordinaires : on suit la marche du thermomètre de minute en minute, pendant un quart d'heure.

» *Première phase.* — On fait alors arriver lentement l'acétylène pur et sec en le déplaçant du flacon qui le renferme par un écoulement de mercure. On agite sans cesse la fiole; quand le thermomètre s'est élevé de 4 à 5 degrés, ce qui exige vingt minutes environ, on arrête le gaz : la réaction continue d'elle-même (probablement par suite de la destruction lente d'un peu de formiate, transitoirement formé) et le maximum est atteint sept à huit minutes plus tard; il persiste pendant trois minutes; puis le thermomètre baisse, et l'on en suit la marche pendant vingt minutes. Cela fait, on pèse la fiole : son accroissement de poids est égal au poids de l'acétylène absorbé.

» Après la pesée, qui dure dix minutes, la température de la fiole ayant baissé d'un tiers de degré, on la replace dans l'enceinte et l'on suit de nouveau la marche du thermomètre pendant cinq minutes. On prend alors la fiole, on la refroidit à l'aide d'un filet d'eau froide, de façon à en abaisser la température de 1°,5 environ; on la replace dans l'enceinte et l'on mesure la vitesse du refroidissement qui répond à cette nouvelle température. On refroidit encore et l'on mesure la vitesse du refroidissement pour une température plus basse que la précédente de 1°,5. Enfin on ramène la température de la fiole au voisinage de la température initiale, et l'on mesure une dernière fois la vitesse du refroidissement : ce qui sert de contrôle à la mesure initiale.

» On possède alors toutes les données nécessaires pour calculer la cha-

leur dégagée pendant les vingt minutes de la réaction, sans avoir besoin de faire aucune hypothèse théorique sur la vitesse du refroidissement : celle-ci étant donnée, pour chacune des températures qui se sont succédé, par une courbe dressée empiriquement, méthode que j'ai coutume d'employer dans les cas de ce genre. J'ajouterai que la correction du refroidissement est faible dans les conditions où j'opère. Par exemple, le maximum surpassant de 4°,940 la température initiale, la correction totale du refroidissement a été trouvée à 0°,136, c'est-à-dire à $\frac{1}{40}$ environ de la valeur totale.

» Le poids de l'acétylène absorbé était $0^{gr},1595$.

» La chaleur dégagée pendant cette première phase est énorme : elle a été trouvée, dans deux expériences, égale à $456^{Cal},2$, et 456,0 pour $C^4H^2 = 26^{gr}$. Mais cette quantité de chaleur ne répond pas à une réaction simple et bien connue; outre que le carbonate formé est mêlé d'oxalate (1), l'oxyde de manganèse précipité n'offre pas une composition certaine et entraîne de la potasse en combinaison. Il est donc nécessaire de tout ramener à un état final absolument défini.

» *Deuxième phase.* — A cet effet, on calcule la proportion d'acide oxalique nécessaire pour compléter la réduction du permanganate; on prend cette proportion, et même un peu plus, dissoute dans 50 parties d'eau; on mélange la liqueur avec une solution étendue d'acide sulfurique renfermant un poids connu de cet acide, dans le rapport de 30 à 40 équivalents pour 1 équivalent de permanganate primitif; le tout est additionné avec une quantité d'eau telle que le volume total de la liqueur égale une fois et demie à deux fois le volume d'eau nécessaire pour dissoudre complétement tout l'acide carbonique qui va être formé, tant aux dépens de l'acétylène que de l'acide oxalique. Cette masse est introduite dans un grand calorimètre de platine et l'on en prend la température.

» D'autre part, on amène à la même température, ou sensiblement, la liqueur obtenue par la première réaction du permanganate alcalin sur l'acétylène, liqueur qui renferme de l'oxyde de manganèse en suspension. On la verse alors dans le calorimètre de platine; on rince la fiole avec quelques centimètres cubes de la liqueur oxalico-sulfurique, mis de côté à cet effet; on verse aussi ce résidu dans le grand calorimètre.

---

(1) La proportion d'oxalate est faible dans ces conditions, où l'acétylène se trouve tout d'abord en présence d'un grand excès de permanganate faiblement alcalin. Pour obtenir beaucoup d'oxalate, il faut, au contraire, faire tomber goutte à goutte le permanganate très-alcalinisé dans une atmosphère d'acétylène, en attendant la décoloration avant d'ajouter une nouvelle dose de réactif.

» J'ai encore opéré le mélange des deux liqueurs par un autre procédé, peut-être plus exact, qui consiste à immerger la fiole, remplie de permanganate en partie réduit, dans le grand calorimètre de platine, remfermant à l'avance la liqueur oxalico-sulfurique; on prend la température des deux liqueurs, puis on brise entièrement le fond de la fiole, et on mêle les deux liquides par des mouvements rapides.

» Quel que soit le procédé du mélange, l'oxydation s'effectue aussitôt, et la liqueur se décolore complétement dans un espace de temps qui ne dure pas plus de trois à quatre minutes.

» On suit encore la vitesse de refroidissement consécutif, lequel n'a entraîné cette fois qu'une correction égale à la deux cent cinquantième partie de la chaleur mesurée, c'est-à-dire presque négligeable.

» *Calcul.* — Ces données obtenues, on calcule la chaleur dégagée pendant la première phase de la réaction, dans un milieu acide; on l'ajoute à la chaleur dégagée pendant la seconde phase de la réaction dans un milieu alcalin. Cette somme représente la chaleur dégagée par la formation de l'eau et de l'acide carbonique dissous, aux dépens d'un poids connu d'acétylène réuni à un poids connu d'acide oxalique, l'oxygène étant emprunté au permanganate de potasse, dont les autres composants se trouvent ramenés à l'état final de sulfates de manganèse et de potasse, en présence d'un très-grand excès d'acide sulfurique.

» Dans ces conditions, la chaleur prise par l'acide oxalique peut être calculée à l'aide des données de mon Mémoire sur la chaleur de combustion de cet acide (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. V, p. 305); l'excès de chaleur développé dans l'oxydation par le permanganate, employé au lieu d'oxygène libre et dans les conditions spéciales de la combustion précédente, est également connu par mes expériences (même Recueil, 5e série, t. V, p. 309); enfin la chaleur de dissolution de l'acide carbonique dans l'eau, d'après mes expériences, est égale à $+ 5^{Cal},6$ pour $C^2O^4 = 44^{gr}$.

» 4. C'est ainsi que l'on parvient à calculer la chaleur dégagée par la combustion de l'acétylène au moyen de l'oxygène libre

$$C^4H^2\,(\text{gaz}) + O^{10}\,(\text{gaz}) = 2C^2O^4\,(\text{gaz}) + H^2O^2\,(\text{liquide}).$$

» J'ai trouvé, dans plusieurs expériences concordantes, cette quantité égale à $+ 321^{Cal}$ pour $C^4H^2 = 26^{gr}$.

» M. Thomsen a obtenu de son côté (*Poggendorff Annalen*, t. CXLVIII, p. 387), en brûlant l'acétylène par l'oxygène libre, des nombres compris

entre 315 et 308, en moyenne 311^{Cal} : résultats dont la différence avec le mien propre ne surpasse pas celle qu'on pouvait attendre de la diversité des méthodes (1) et de la grande complication qu'elles offrent l'une et l'autre dans l'exécution.

» 5. On déduit du nombre 321 que la formation de l'acétylène, au moyen du carbone et de l'hydrogène libre, absorbe une quantité de chaleur considérable, soit

$$-64^{Cal} \text{ pour } C^4 \text{ (diamant)} + H^2 = C^4H^2,$$

ou -58^{Cal}, si l'on prend le carbone du charbon de bois comme point de départ. L'acétylène est donc formé avec absorption de chaleur, comme j'avais cru pouvoir l'annoncer dès 1865 (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. VI, p. 385, 387; t. XII, p. 96; t. XVIII, p. 161, 175), d'après des inductions fondées sur l'étude de ses réactions.

» 6. Voici la quantité de chaleur dégagée par les principales réactions de l'acétylène.

» *Oxygène*. — La formation de l'acide oxalique

$$C^4H^2 + O^8 = C^4H^2O^8 \text{ (solide) dégagerait...} \quad +260^{Cal},8;$$

la formation de l'oxalate de potasse, au moyen du permanganate, telle qu'elle a lieu réellement, dégage une chaleur notablement plus grande.

» La formation de l'acide acétique avec l'oxygène pur et l'eau,

$$C^4H^2 + O^2 + H^2O^2 = C^4H^4O^4 \text{ (cristallisé) dégagerait...} \quad +113^{Cal},5.$$

Avec l'oxygène pur et une solution étendue de potasse, cette oxydation a lieu réellement, comme je l'ai reconnu; elle dégage alors $+124^{Cal}$. Au moyen de l'acétylène dissous et de l'acide chromique étendu, telle qu'elle a également lieu, elle dégage un chiffre de calories voisin de 110.

» La formation des acides formique et carbonique avec l'oxygène pur,

$$C^4H^2 + O^8 = C^2H^2O^4 \text{ (cristallisé)} + C^2O^4 \text{ (gaz) dégagerait...} \quad +253,5.$$

» Au moyen de l'acide chromique concentré, telle qu'elle a lieu réellement, elle dégage un chiffre voisin.

---

(1) L'écart sera même diminué d'une unité environ, si l'on tient compte de cette circonstance que M. Thomsen, ayant trouvé un léger excès d'hydrogène par le dosage de l'eau, comme il arrive en général dans les analyses organiques, l'a attribué à la présence peu vraisemblable de l'éthylène, au lieu de compter cet excès comme erreur d'analyse.

» *Hydrogène*. — La synthèse de l'éthylène

$$C^4H^2 + H^2 = C^4H^4 \text{ dégage} \ldots\ldots + 56.$$

» *Azote*. — La synthèse de l'acide cyanhydrique, synthèse qui a lieu si nettement sous l'influence de l'étincelle électrique,

$$C^4H^2 + Az^2 = 2\,C^2HAz \text{ (gaz) dégage} \ldots\ldots + 36.$$

» La synthèse de la benzine, qui a lieu par la condensation directe de l'acétylène

$$3\,C^4H^2 = C^{12}H^6 \text{ (liquide) dégage un chiffre de calories voisin de } + 190.$$

» Toutes ces réactions sont donc exothermiques, et la grandeur des quantités de chaleur dégagées explique l'aptitude si remarquable de l'acétylène à s'unir directement avec les éléments, à la façon d'un véritable radical.

» 7. Arrêtons-nous spécialement à la formation des quatre hydrures de carbone fondamentaux : hydrures qui se forment à partir de l'acétylène et de l'hydrogène par des synthèses directes, et qui constituent avec l'hydrogène, à la température rouge, un système en équilibre, dans lequel les quatre carbures coexistent, d'après mes expériences, quel que soit celui d'entre eux que l'on ait pris comme point de départ (1). Pour manifester ces relations, je rapporterai toutes les réactions à un atome de carbone $\mathrm{C} = 12$; on voit mieux ainsi les rapports de proportion multiple qui existent entre les quatre hydrures de carbone. Or les relations thermiques suivantes caractérisent la formation de ces quatre hydrures :

			Cal
C (diamant) $+ H = \mathrm{C}H$,	acétylène (2 volumes) absorbe........		-32
$\mathrm{C} + H^2 = \mathrm{C}H^2$,	éthylène (2 volumes) (2)		-4
$\mathrm{C} + H^3 = \mathrm{C}H^3$,	méthyle (2 volumes) dégage à peu près		$+14$
$\mathrm{C} + H^4 = \mathrm{C}H^4$,	formène (4 volumes)..............		$+22$

» Le principal travail accompli dans la formation des quatre hydrures fondamentaux du carbone réside donc dans la synthèse de l'acétylène, formé à atomes égaux, sous l'influence de l'arc électrique. Les trois autres sont formés ensuite à partir de ce premier terme, et avec des dégagements de chaleur décroissants, tels que $+28$, $+18$ et $+8$. Ainsi la synthèse des

(1) Voir ma *Synthèse chimique*, p. 222, 1876; chez Germer-Baillière.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. VI, p. 376. La chaleur de combustion de ce carbure étant $\frac{1}{2}$ 334, d'après les anciens auteurs. M. Thomsen a trouvé récemment $\frac{1}{2}$ 334,8.

trois derniers carbures est exothermique. J'ajouterai qu'elle se réalise, en effet et directement, à partir de l'acétylène, par la réaction dc l'hydrogène libre à la température rouge; mais elle est limitée par des conditions d'équilibre entre les quatre carbures et l'hydrogène, ainsi que je viens de le rappeler.

» La formation à partir des éléments d'un premier composé fondamental, engendré avec absorption de chaleur et sous l'influence d'une énergie étrangère à leur réaction directe, composé qui développe ensuite de la chaleur en formant directement les autres combinaisons, dont il est à proprement parler le radical, cette formation, dis-je, ne caractérise pas seulement l'union du carbone avec l'hydrogène : les mêmes phénomènes s'observent aussi dans la synthèse de beaucoup d'autres composés binaires formés suivant la loi des proportions multiples; telle est, notamment, celle des oxydes de l'azote, tous formés avec dégagement de chaleur à partir du bioxyde d'azote, composé fondamental dont la synthèse électrique absorbe, au contraire, $-43^{Cal},3$ (*Annales de Chimie et de Physique*, 5ᵉ série, t. VI, p. 173). »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Dernières réflexions au sujet de la production des matières saccharoïdes dans les végétaux;* par M. **P. Duchartre.**

« En terminant la Communication qu'il a faite à l'Académie, le 20 décembre dernier, sur la production des matières saccharoïdes dans les végétaux, Communication dont j'ai eu le regret de ne pouvoir entendre la lecture, notre éminent confrère M. Cl. Bernard s'est exprimé de la manière suivante : « Ainsi se trouve close la discussion, ne pouvant plus continuer » utilement ». Pour divers motifs je partage son avis, et je n'aurais rien ajouté à mes deux Notes des 22 novembre et 6 décembre derniers, s'il ne me semblait s'être glissé quelques malentendus dans cette discussion, si d'ailleurs il ne s'agissait pour moi d'établir des idées contraires à celles d'un savant illustre, dont je reconnais la haute autorité en matière de Physiologie animale.

» Avant tout, je crois devoir rappeler quel a été l'objet de mes deux Notes.

» M. Cl. Bernard ayant dit que les expériences de M. Viollette ne démontraient pas que la suppression des feuilles exerçât une influence nuisible sur le développement absolu de la racine de la Betterave non plus que sur sa richesse en sucre et ne fournissaient, sous ces deux rapports, que

des données contradictoires, j'ai tâché de montrer, dans ma Note du 22 novembre, que, sans le secours d'une seule moyenne et par la seu e comparaison de racines du même poids, venues dans des conditions identiques et issues de semences produites par un seul porte-graines, ces deux actions nuisibles se trouvaient mises en pleine évidence, et que cette preuve expérimentale n'était entachée d'aucune contradiction.

» Notre éminent confrère me paraît avoir reconnu, dans sa réponse en date du 29 novembre, l'exactitude de cette démonstration par les faits, puisqu'il a dit que même la méthode des moyennes peut montrer empiriquement l'influence de l'effeuillement sur la production du sucre; seulement il m'a reproché alors d'avoir négligé, dans l'examen de cette question, le côté physiologique dont j'avais cependant annoncé ne devoir m'occuper que plus tard, pour un motif matériel de publication que je n'ai pas besoin d'indiquer ici.

» C'est à ce point de vue physiologique que je me suis placé dans la seconde Note que j'ai eu l'honneur de lire à l'Académie, le 6 décembre. Me basant sur des expériences nombreuses et variées, dues à des auteurs qui font autorité, et dont je ne sache pas que l'exactitude ait jamais été contestée, j'ai dit que le lieu essentiel de production des matières saccharoïdes est la feuille; qu'elles y apparaissent à la suite de la décomposition de l'acide carbonique de l'air; après quoi, elles vont s'accumuler dans différentes parties des plantes, soit sous leur état premier, soit en subissant diverses modifications. En m'exprimant ainsi, je n'avais pas le moins du monde la prétention de présenter une théorie nouvelle; j'exposais simplement les idées qui ont cours dans la Science, et qui reposent, j'ose le dire, sur une démonstration à la fois expérimentale et inductive.

» A cela M. Cl. Bernard a fait, le 20 décembre dernier, une double réponse : 1° il a traité de pures hypothèses les faits que j'invoquais; 2° il a déclaré que la transformation des substances produites dans les feuilles, qui généralement en rend seule la migration possible, est, particulièrement pour l'amidon, « quelque chose qui est en désaccord avec les données actuelles de la Science. »

» Sur le premier de ces deux points je n'ai rien à dire. Les convictions ne s'imposent pas; je demande seulement à mon illustre contradicteur la permission de conserver la mienne. Relativement au second, je me bornerai à quelques mots. J'avoue humblement mon incompétence pour discuter les hautes questions de la Chimie organique, et j'aurais pu croire en effet, sur l'assurance formelle de mon savant confrère, qu'en admettant la transformation finale de l'amidon en sucre j'avais énoncé une véritable hérésie

chimique; mais heureusement mon incompétence que je reconnais, je puis l'abriter derrière une autorité pour laquelle, ici comme en dehors de cette enceinte, tout le monde professe un égal respect. En effet, notre maître à tous, en fait de Physiologie chimique, M. Boussingault, prenant la parole, après la lecture de ma seconde Note, a insisté sur les faits qu'offre l'*Agave* « comme producteur de matières sucrées élaborées par » les feuilles »; puis, le 20 décembre, il a dit « être porté à croire que » le sucre, accumulé dans certains organes, a été élaboré dans les » feuilles »; enfin il a établi que, « durant la germination, l'amidon des » graines donne non-seulement du glucose par une action diastasique...., » mais aussi, dans quelques circonstances, du sucre de canne ». Il n'est donc pas contraire aux données actuelles de la Chimie que l'amidon passe à l'état de saccharose, puisque voilà ce fait établi d'une manière inattaquable.

» Qu'il me soit permis de rappeler, à mon tour, un exemple bien connu de ce changement de l'amidon en sucre. On sait que le fruit du Bananier, encore vert, est un véritable réceptacle de matière amylacée, que l'on consomme à peu près en guise de pain, dans les contrées chaudes; mais on sait aussi que, par la maturation, ce même fruit devient uniquement sucré, l'amidon s'y changeant en gomme et en sucre cristallisable (1).

» Une dernière remarque en terminant. Le sucre ne peut être produit, dans la racine de la Betterave, que de deux manières, soit par l'action seule et indépendante de cette racine, soit par son action subordonnée à une élaboration préalable de matières dans les feuilles. Dans le premier cas, la matière saccharine pourrait provenir uniquement de l'eau puisée dans le sol et tenant simplement en dissolution une minime quantité de matières salines, puisque c'est le seul liquide que cet organe reçoive directement et par sa propre absorption. Je ne pense pas que personne puisse songer à faire dériver du sucre de cette eau; mais, si cette première origine est reconnue inadmissible, il me paraît difficile de se refuser à admettre la seconde.

» Après avoir présenté ces courtes et dernières réflexions, qui m'ont semblé n'être pas hors de propos, je me range à l'avis exprimé par notre éminent confrère M. Cl. Bernard, et je déclare close pour moi, comme il a dit qu'elle l'est pour lui, cette discussion uniquement scientifique, dans le cours de laquelle l'Académie a bien voulu me permettre, et je l'en remercie vivement, de lui adresser trois fois la parole. »

---

(1) BOUSSINGAULT, *Économie rurale*, t. I, chap. V.

ASTRONOMIE. — *Éphéméride de la planète* (156), *déterminée par M.* Rayet, *au moyen des observations faites à Marseille.* Note de M. Lœwy.

« M. Rayet, à l'aide des observations faites à Marseille, le 26 novembre et le 1er décembre 1875, a calculé les éléments d'une orbite circulaire de la planète (156); l'éphéméride déterminée par lui à l'aide de cette méthode étant très-concordante avec les observations faites depuis lors, elle peut être très-utile aux astronomes : j'ai donc l'honneur de la communiquer à l'Académie.

Éphéméride de la planète (156) (*midi moyen de Greenwich*).

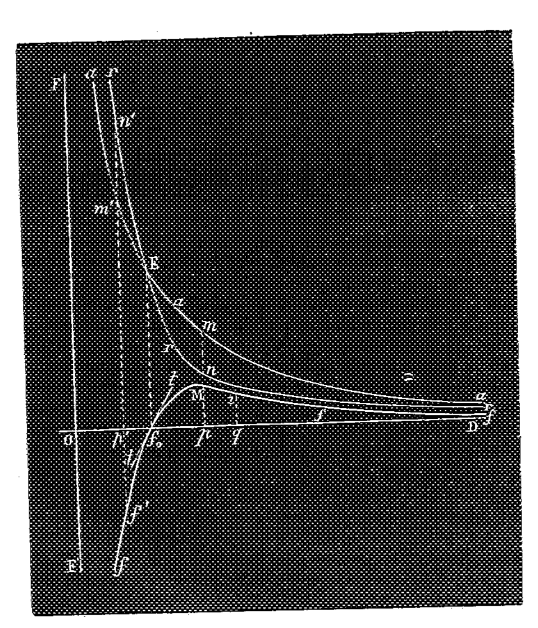
1875.	Asc. droite.	Déclinaison.
	h m s	° ′
Décembre 10	2.42.38	+ 18. 2,9
11	42.11	17.58,2
12	41.45	53,7
13	41.20	49,3
14	40.57	45,2
15	40.36	41,0
16	40.16	37,0
17	39.58	33,1
18	39.42	29,3
19	39.27	25,6
20	39.14	22,0
21	39. 3	18,5
22	38.53	15,5
23	38.45	12,5
24	38.39	9,5
25	38.34	6,7
26	38.32	4,2
27	38.30	1,8
28	38.31	16.59,5
29	38.33	57,4

THERMODYNAMIQUE. — *Sur la manière dont les vibrations calorifiques peuvent dilater les corps, et sur le coefficient des dilatations;* par M. de Saint-Venant.

« 1. On admet généralement que les atomes, dont les groupements forment les molécules des corps pondérables, exercent à distance les uns sur les autres, soit par un double pouvoir dont ils seraient doués, soit en

partie par l'intermédiaire d'un milieu impondérable, une attraction et une répulsion, qui, très-énergiques pour les distances insensibles, diminuent rapidement lorsque les distances augmentent, et de telle sorte que l'excès de l'une de ces deux forces sur l'autre, répulsif pour les distances les plus petites, devient, pour les plus grandes, attractif.

» On peut ainsi, sans autrement connaître la loi de ces deux forces, représenter, avec Poncelet (*), leurs intensités par les ordonnées, parallèles à une droite OF, de deux courbes *am'Eama* des attractions, *rn'Ernr* des répulsions, ayant toutes deux pour asymptotes OF et sa perpendiculaire OD sur laquelle se portent, comme abscisses, les distances correspondantes des deux atomes qui les exercent mutuellement. Ces courbes se coupent sur un point E dont l'abscisse Of_0 est la distance, dite d'*équilibre*, pour laquelle la répulsion compense justement l'attraction. On voit, par une troisième courbe $ff'f_0\mathrm{M}if$, tracée en prenant pour ses ordonnées $-p'f'$, $p\mathrm{M}$, qi,... les valeurs de l'excès de l'attraction sur la répulsion,



courbe qui a pour asymptotes OD et le prolongement OF' de OF, que cet excès, positif pour des distances plus grandes que celle d'équilibre Of_0, atteint un maximum $p\mathrm{M}$ pour une abscisse Op qui est celle des points m, n où les tangentes aux deux courbes des attractions et des répulsions sont

(*) *Introduction à la Mécanique industrielle*, n° 425.

parallèles, et que, pour des distances au-dessous de Of_0, cet excès négatif ou devenu répulsif croît indéfiniment en grandeur, de manière à satisfaire à l'*impénétrabilité*, qui, envisagée comme on le fait aujourd'hui, est la résistance absolue à tout contact des atomes entre eux.

» 2. On peut supposer que les forces ne varient que proportionnellement aux petites augmentations ou diminutions de ces distances dans les calculs de résistance des solides élastiques, où l'on ne considère que de petites déformations *statiquement* produites par des applications de forces extérieures; et l'on peut faire la même supposition lorsqu'on ne s'occupe que de leurs vibrations sonores. Cela revient à remplacer, par leurs tangentes, les divers petis arcs de la courbe $ff_0 Mf$ des forces; en sorte que, en réduisant un corps à deux de ses atomes, on substituerait, à la portion de courbe avoisinant f_0, sa tangente tf_0t en ce point.

» 3. Mais j'ai observé, dans une Communication de 1855 (*), que si l'on fait la même supposition pour les forces qui sont en jeu dans les vibrations atomiques constituant la chaleur, il est impossible d'expliquer les dilatations produites par l'échauffement. En effet, alors, chaque couple d'atome vibrera à la manière du pendule; la distance moyenne de deux atomes vibrants ne différera en rien de leur distance d'équilibre; et comme, dans un ensemble de beaucoup d'atomes, les vibrations partielles sont à toutes les phases à chaque instant, il n'y aura aucun instant où les dimensions d'un corps échauffé soient différentes de ce qu'elles étaient avant qu'on eût élevé sa température. J'ajoutais qu'il en est autrement, même pour les plus petites vibrations calorifiques, si l'on tient compte *de la courbure* de la ligne représentative des actions mutuelles des atomes, ou, ce qui revient au même, si l'on a égard à ce que l'excès (positif ou négatif) de la répulsion sur l'attraction croît plus vite quand les distances diminuent qu'il ne décroît quand les distances augmentent à partir d'une même grandeur, telle que Of_0. En effet, la résistance plus considérable que deux atomes opposent à leur rapprochement qu'à leur écartement sera cause que la moyenne de leurs distances successives excédera leur distance d'équilibre; et, dans un ensemble d'atomes, les vibrations calorifiques, tout

(*) Société philomathique, 20 octobre, ou journal *l'Institut*, n° 1146, du 19 décembre 1855. Il y a lieu de retrancher de cette Note les deux alinéas, de 42 et 10 lignes, commençant à ces mots : « Newton va même... », car ce qu'on y lit, et qui est du reste étranger à notre sujet actuel, se trouve affecté d'erreurs de signe provenues de ce que plusieurs auteurs de Mécanique moléculaire ont appelé *pression* ce qui est plutôt une *traction* ou tension.

en pouvant modifier dans des sens différents leurs diverses distances mutuelles à chaque instant, auront pour effet (sauf une rare exception qui ne détruit pas la règle et dont on parlera au n° 6) d'accroître les dimensions visibles et mesurables des corps.

» 4. Je me propose, aujourd'hui, d'appliquer le calcul à cette explication de la dilatation des corps par la chaleur, de donner de son *coefficient* une première expression analytique, puis d'examiner les circonstances limites dont la considération peut conduire à rendre compte de l'exception dont on vient de parler.

» Considérons deux atomes dont l'un, pour plus de clarté, sera supposé immobile, et appelons :

m la masse de l'autre;

r leur distance au temps t;

$f(r)$ leur action mutuelle, que nous compterons, ici, positivement *quand elle est répulsive;*

r_0 leur distance d'équilibre ou telle que $f(r_0) = 0$;

$x = r - r_0$, variable qu'on suppose petite par rapport à r_0;

$v = \frac{dr}{dt} = \frac{dx}{dt}$ la vitesse de l'atome m; v_0 sa valeur pour $r = r_0$ ou $x = 0$.

» Nous compterons le temps t à partir d'un instant où l'on a $r = r_0$, $x = 0$, $v = v_0$, et nous ferons, pour abréger,

$$\frac{f'(r_0)}{m} = -a^2, \qquad r_0 \frac{f''(r_0)}{m} = b^2, \tag{1}$$

en sorte que, comme on sait que toute masse m est le quotient $\frac{p}{g}$ d'une force p par une ligne g, et comme on suppose $\frac{dfr}{dr}$ négatif et $\frac{d^2fr}{dr^2}$ positif pour $r = r_0$, a et b sont deux simples nombres réels.

» L'équation du mouvement de l'atome mobile est

$$m\frac{d^2x}{dt^2} = f(r) = f(r_0 + x)$$

ou, en développant et ayant égard à $f(r_0) = 0$,

$$\frac{d^2x}{dt^2} = x\frac{f' r_0}{m} + \frac{x^2}{2}\frac{f'' r_0}{m} + \frac{x^3}{2.3}\frac{f''' r_0}{m} + \ldots \tag{2}$$

» Multipliant par $2dx$ et intégrant, on obtient $\left(\frac{dx}{dt}\right)^2$. On peut en tirer dt, et, par une nouvelle intégration, obtenir t soit par quadrature numérique,

soit, en se bornant aux trois termes écrits, en une fonction elliptique de x.

ais une pareille solution ne fournirait pas facilement une loi de la vibration de l'atome mobile. Il vaut mieux chercher x en t par une méthode d'approximations successives, ce qui est possible, puisqu'il est prouvé, par les faits de l'élasticité, que le premier terme de (2) est très-sensiblement plus grand que ceux qui suivent, quand le rapport $\frac{x}{r_0}$ reste asssez petit. La première approximation, résultant du premier terme seul, sera donnée par

(3) $$\frac{d^2x}{dt^2}+a^2x=0,\quad \text{d'où}$$

(4) $$x=\frac{v_0}{a}\sin at,\quad \text{vu}\quad \frac{dx}{dt}=v_0\quad \text{et}\quad x_0=0 \text{ pour } t=0.$$

Mettant cette première valeur de x en t à la place de x dans les termes suivants du développement (2), l'équation du mouvement prend la forme

(5) $$\frac{d^2x}{dt^2}+a^2x=\mathrm{F}(t),\quad \text{d'où}$$

(6) $$x=\frac{v_0}{a}\sin at+\frac{\sin at}{a}\int_0^t \mathrm{F}(t)\cos at\,dt-\frac{\cos at}{a}\int_0^t \mathrm{F}(t)\sin at\,dt.$$

» En nous bornant aux deux premiers termes du développement (2), nous avons, vu (1), $\mathrm{F}(t)=\frac{b^2}{2r_0}\frac{v_0^2}{a^2}\sin^2 at$, d'où, substituant dans (6),

(7) $$x=\frac{v_0}{a}\sin at+\frac{b^2v_0^2}{6a^4r_0}(1-\cos at)^2.$$

» Cette expression de la course $x=r-r_0$ de l'atome mobile s'annule pour $t=0$, ou $\frac{2\pi}{a}$, ou $2\frac{2\pi}{a}$,... et donne la vitesse $v=\frac{dx}{dt}=v_0$ pour les mêmes temps. Le mouvement de cet atome se compose, comme on voit, d'une première partie qui, seule, le ferait osciller pendulairement de $x=-\frac{v_0}{a}$ à $x=\frac{v_0}{a}$, et d'une seconde partie, aussi de période $\frac{2\pi}{a}$, mais qui le fait osciller suivant une autre loi, *entièrement au delà de la situation d'équilibre* $x=0$ ou $r=r_0$.

» 5. Nommons donc

x_m ou r_m-r_0 la moyenne des valeurs de $x=r-r_0$, ou l'abscisse de la situation qu'occupe moyennement l'atome mobile m pendant toute la période complète $\frac{2\pi}{a}$;

$\delta = \frac{r_m - r_0}{r_0}$ la *dilatation* calorifique du système des deux atomes, ou le rapport, à leur distance d'équilibre, de l'augmentation moyenne que les vibrations donnent à cette distance;

α le *coefficient de dilatation* par la chaleur; ou le quotient de la dilatation δ par la *température absolue* ou par un nombre qui lui soit proportionnel.

» On trouvera, en mettant pour x sa valeur (7) en t et intégrant,

$$(8) \qquad x_m = \frac{1}{\frac{2\pi}{a}} \int_0^{t+\frac{2\pi}{a}} x\,dt = \frac{b^2 v_0^2}{4a^4 r_0}; \qquad \delta = \frac{x_m}{r_0} = \frac{b^2 v_0^2}{4a^4 r_0^2} = \frac{m v_0^2}{4 r_0} \frac{f''(r_0)}{[f'(r_0)]^2},$$

» L'énergie, tant *cinétique* ou actuelle (Rankine) que *potentielle* du système, se compose, à chaque instant, de sa demi-force vive $\frac{mv^2}{2}$, et du travail que l'action $f(r)$ opérerait depuis cet instant jusqu'à celui du retour à la situation d'équilibre, travail qui est

$$\int_r^{r_0} f(r)\,dr = \int_x^0 m \frac{d^2x}{dt^2}\,dx = \frac{m}{2}\left(\frac{dx}{dt}\right)^2_{x=0} - \frac{m}{2}\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 = \frac{mv_0^2}{2} - \frac{mv^2}{2}.$$

Leur somme ou l'énergie totale est $\frac{mv_0^2}{2}$; résultat qu'on pouvait prévoir, car v_0 est la vitesse à l'instant où l'énergie potentielle se trouve nulle, et l'énergie totale du système doit être constante, puisqu'il est supposé ne recevoir aucune action extérieure.

» Divisant la dilatation δ, donnée par (8), par cette énergie interne, à laquelle on regarde généralement la température absolue comme proportionnelle, on a, pour le coefficient de la dilatation par la chaleur

$$(9) \qquad \alpha = \frac{1}{m} \frac{b^2}{2a^4 r_0} = \frac{1}{2r_0} \frac{f''(r_0)}{[f'(r_0)]^2}.$$

» 6. Si, au lieu de deux atomes, on en a une file rectiligne nombreuse, chacun d'eux éprouvera les actions des autres à diverses distances. On conçoit, sans s'engager dans un calcul, que si l'on appelle r_0 ce que sont ces distances dans l'état d'équilibre de l'ensemble, les choses se passeront à peu près comme si chacune des actions correspondantes apportait, dans le coefficient α de la dilatation de la file par la chaleur, une influence proportionnelle à $\frac{1}{2r_0} \frac{f''(r_0)}{(f'r_0)^2}$; en sorte que le coefficient α résultera d'une sorte de moyenne entre les diverses fractions comme celle-là, dont les numérateurs seront fournis par les courbures de la ligne $ff'f_0Miff$ et les dénominateurs

par les carrés des inclinaisons de sa tangente pour les diverses abscisses r. Et l'on peut étendre à tout ensemble d'atomes une pareille induction.

» Mais considérons de nouveau la forme de cette même ligne courbe, qui représente par ses ordonnées, si on les compte de bas en haut, les excès des attractions sur les répulsions mutuelles de deux atomes dont la distance d'équilibre est Of_0.

» Si, l'un des deux étant fixé en O, une force extérieure vient à être appliquée à l'autre, pour l'en éloigner, et si elle a une intensité tant soit peu supérieure à l'ordonnée maximum pM, la distance des deux atomes devient plus grande que l'abscisse correspondante Op. Dès lors, la force qui tend à rapprocher de O l'atome mobile est de plus en plus inférieure à la traction extérieure qui tend à l'écarter : il y a, comme on dit, *rupture*.

» Un effet semblable serait produit, dynamiquement, si une certaine vitesse, due par exemple à de fortes vibrations calorifiques, était imposée à l'atome mobile. Là peut se trouver la cause de la liquéfaction par la chaleur; et si l'on remarque que, pour une certaine abscisse ou distance atomique Oq, peu supérieure à Op, la courbure de la ligne représentative des actions, qui a une inflexion en i, change de sens, en sorte que $f''(r)$ change de signe, on peut, malgré le mystère qui enveloppe encore les changements d'état des corps, s'expliquer comment, aux abords du passage de l'état solide à l'état liquide, ou réciproquement, la communication d'une quantité de chaleur nouvelle produit quelquefois, exceptionnellement, une contraction, et le refroidissement, une dilatation.

» 7. Mais cette exception ne détruit nullement le principe d'où découle la règle ordinaire; elle rentre même dans les formules (8) et (9) de ∂ et α, en y mettant simplement un $f''(r)$ négatif; on voit toujours, par ces deux formules, que le changement de volume des corps par une élévation, quelque faible qu'elle soit, de la température, *dépend des dérivées secondes, par rapport aux distances atomiques, de la fonction de ces distances qui représente l'action entre atomes*, et que le coefficient de ce changement, qui est le plus souvent une dilatation, est comme une moyenne de quantités *en raison directe de ces dérivées du second ordre, et inverse à la fois des distances d'équilibre et des carrés des dérivées du premier ordre.* »

ÉLECTRICITÉ. — *Seizième Note sur la conductibilité électrique des corps médiocrement conducteurs*; par M. **Th. du Moncel.**

« Les expériences que j'ai entreprises sur la conductibilité des corps humides m'ayant fait envisager sous un nouveau jour les effets de polarisa-

tion déterminés sur les corps médiocrement conducteurs, j'ai dû reprendre à nouveau les expériences que j'ai rapportées dans ma treizième Note et les étudier dans d'autres conditions.

» J'ai commencé par examiner les effets déterminés par des électrodes de différente nature ayant servi à l'électrisation d'une pierre conductrice, et réunies l'une à l'autre par l'intermédiaire de conducteurs jouissant d'une conductibilité de nature très-différente, soit métallique, soit électrolytique; puis j'ai étudié séparément les effets résultant de l'électrisation de la pierre elle-même, en prenant des électrodes neuves et flambées, composées avec des métaux différents. Dans ma treizième Note, et par suite de circonstances particulières dont je parlerai plus loin, j'avais avancé que les électrodes électrisées par l'intermédiaire d'une pierre conductrice, telle que mon silex d'Hérouville, n'étaient pas susceptibles de déterminer à elles-seules un courant, mais que la pierre pouvait en provoquer de plus ou moins intenses, suivant la durée de l'électrisation; j'ai dû modifier un peu ces conclusions, car le cas où je m'étais placé n'était que très-particulier. Toutefois les nouveaux effets que j'ai observés m'ont conduit à quelques restrictions dans la théorie que j'avais d'abord donnée de ces différents phénomènes.

» Si, après avoir électrisé une pierre conductrice de la nature des silex, telle que le silex d'Hérouville, le silicate de cuivre ou *chrysocole*, etc., on prend les électrodes électrisées et qu'on en enveloppe les extrémités d'une pierre exactement de la même nature que celle ayant servi à l'électrisation de ces électrodes, mais n'ayant pas été électrisée, *il se produit un courant de polarisation très-énergique qui peut même se développer après un temps assez long si les électrodes n'ont pas été trop tourmentées*. Dans ces conditions, une chaleur très-intense communiquée à ces électrodes fait à peu près disparaître leur pouvoir électromoteur, et, quand on les remet en contact avec la pierre, aucun courant sensible n'est produit. *Aucun courant n'est encore produit si l'on emploie comme conducteur intermédiaire entre les électrodes une lame métallique ou une pierre non susceptible de fournir par elle-même une conductibilité électrolytique suffisante*, comme par exemple les minerais métalliques; et cette absence de courant n'est pas le résultat de ce que la cause excitatrice a disparu pendant le montage de l'expérience; car, si l'on substitue au conducteur métallique ou à cette pierre jouissant d'une conductibilité analogue un silex conducteur non électrisé, le courant se développe de nouveau et presque avec la même intensité que si l'on n'eût pas soumis les électrodes à l'action du conducteur métallique. Il est facile de comprendre, d'après cela, *que le courant provoqué par les élec-*

trodes ne peut être, dans ces circonstances, que le résultat d'une polarisation électro-chimique des électrodes, polarisation qui ne peut être accompagnée de la création d'un courant que quand les gaz condensés peuvent trouver dans le conducteur qui réunit les électrodes un élément aqueux qui leur permette de rentrer en combinaison. Aussi peut-on substituer aux conducteurs dont nous avons parlé un conducteur liquide. Avec de l'eau distillée, l'effet est à peu près le même qu'avec le silex d'Hérouville; mais le courant est plus énergique et moins durable avec de l'eau ordinaire. D'un autre côté, comme l'effet est à peu près le même avec des lames de cuivre qu'avec des lames de platine, on peut en conclure que ce n'est pas la propriété absorbante du platine pour l'hydrogène qui détermine le phénomène, et que tous les métaux sont susceptibles de conserver longtemps condensés à leur surface ou dans leurs pores les gaz résultant de la décomposition de l'eau.

» Dans les expériences que j'avais faites au moment où j'ai présenté ma treizième Note à l'Académie, je n'avais en ma possession qu'un seul échantillon taillé de mon silex d'Hérouville, et j'avais cherché à obtenir révélation du courant fourni par mes électrodes électrisées en employant comme conducteur intermédiaire une lame de fer magnétique qui fournissait des effets de polarisation analogues à ceux de mon silex ; mais le fer magnétique est précisément de la classe des minéraux chez lesquels la conductibilité métallique prédomine de beaucoup, et je me trouvais placé dans les mêmes conditions que si j'eusse employé une lame métallique. Aussi n'ai-je pu obtenir aucun courant, et de là l'assertion que j'avais donnée, que des lames ayant servi d'électrodes à des pierres ne fournissent pas de courant quand on les réunit par un conducteur minéral; mais je n'ai pas tardé à changer d'opinion quand j'ai entrepris mes expériences sur les conducteurs humides, expériences qui m'ont conduit à celles qui précèdent.

» Si l'on étudie maintenant les effets produits par la pierre électrisée, *on reconnaît que cette pierre est devenue, comme les électrodes, une source électrique qui peut fournir des courants plus ou moins énergiques, plus ou moins durables, suivant la durée de l'électrisation et la nature du corps,* mais qui, avec le silex d'Hérouville et une électrisation de peu de durée (dix minutes), sont inférieurs à ceux déterminés par les électrodes. Il est vrai qu'en électrisant plusieurs fois de suite la pierre dans le même sens on peut finir par produire un effet diamétralement opposé et donner aux courants de la pierre la prépondérance; *mais, dans les cas ordinaires, ce sont les courants fournis par les électrodes qui sont les plus énergiques.* Il paraît au premier abord difficile

d'admettre, pour ces deux sortes de courants, une cause de la même nature, car, pendant l'électrisation qui a déterminé la création de ces deux générateurs électriques, les gaz dus à la décomposition de l'eau ont dû être condensés sur les électrodes; mais, si l'on considère que les minéraux sont loin d'être homogènes, et que certaines parties peuvent avoir une sorte de conductibilité propre qui les placerait dans des conditions autres que les parties qui possèdent plus particulièrement la conductibilité électrolytique, on pourrait croire que les premières de ces parties pourraient jouer par rapport aux autres le rôle d'électrodes, et condenser elles-mêmes une partie des gaz dus à la décomposition de l'eau. Dès lors elles devraient produire des effets analogues à ceux des électrodes de platine, et leur action serait d'autant plus accentuée qu'elles auraient une plus grande conductibilité. C'est en effet ce que l'expérience démontre : ainsi, quand le minéral présente une conductibilité métallique marquée et qu'il est susceptible néanmoins de fournir une conductibilité électrolytique, comme le fer magnétique, le fer oligiste (spéculaire), la blende de zinc, les courants de polarisation développés par la pierre avec des électrodes neuves sont infiniment plus intenses que ceux déterminés isolément par les électrodes ayant servi à l'électrisation, lesquels courants ne peuvent même pas se montrer quand on emploie comme conducteur intermédiaire une pierre de la même nature non électrisée, et qui, pour révéler leur présence nécessitent l'intervention d'un silex conducteur. Au contraire, quand on constitue le diélectrique avec une pile de feuilles de papier très-légèrement humidifié, les feuilles séparées de leurs électrodes ne peuvent donner lieu qu'à des courants très-faibles quand on emploie des électrodes neuves, et, le plus souvent même, ces courants ne se montrent pas. Il résulte de cette différence d'intensité entre les courants développés par les corps électrisés et ceux provoqués par leurs électrodes que, *suivant la prépondérance des uns ou des autres, le courant que l'on obtient en changeant bout pour bout la position de la pierre par rapport aux électrodes, peut varier de sens suivant la nature du minéral et suivant le temps de son électrisation*. C'est en effet ce que l'on observe quand on expérimente d'un côté le silex d'Hérouville, la chrysocole et en général les pierres d'origine siliceuse, et, d'un autre côté, les minerais métalliques, tels que le fer magnétique, le fer spéculaire, la blende de zinc, etc. *Avec les premiers, le courant différentiel reste dans le même sens que le courant de polarisation primitivement constaté, tandis qu'avec les seconds le courant différentiel est en sens inverse.*

» D'après cette nouvelle manière de voir, les minéraux n'auraient plus,

quand ils sont véritablement conducteurs, que deux sortes de conductibilités, une conductibilité électrolytique et une conductibilité propre qui se rapprocherait plus ou moins de la conductibilité métallique. La conductibilité électrotonique propre aux diélectriques n'existerait que dans les pierres réputées isolantes et dans les cristaux. Toutefois, dans ce nouvel ordre d'idées, il resterait quelques effets, qui seraient d'une explication bien difficile si l'on n'admettait pas une polarité caractérisée du milieu médiocrement conducteur. Parmi ces effets, je citerai en première ligne le renversement du sens du courant de polarisation, à la suite de deux électrisations inverses de durée inégale. Pour éclaircir cette question, j'ai dû entreprendre une nouvelle série d'expériences qui m'ont du reste conduit à des résultats assez inattendus.

» En effet, si, après avoir électrisé pendant dix minutes un silex conducteur, comme mon silex d'Hérouville, on fait passer le courant polarisateur en sens inverse à travers la pierre, jusqu'à ce que le courant de polarisation développé se trouve être de sens contraire à celui déterminé par la première électrisation, et qu'on étudie séparément le courant déterminé par les électrodes et la pierre, on reconnaît *que les électrodes seules sont susceptibles de fournir le courant de polarisation correspondant à la seconde électrisation, et que le courant correspondant à la première est toujours fourni par la pierre*. La constatation de ces deux courants de sens inverse exige toutefois une première électrisation de longue durée (vingt minutes au moins), et il faut que la seconde électrisation, effectuée en sens inverse, dure au moins deux ou trois minutes. Ces électrisations peuvent du reste se faire à plusieurs reprises, jusqu'à ce qu'on ait obtenu l'effet indiqué. Quand elles ne durent que peu de temps, le courant fourni par les électrodes, quoique dans le sens voulu avant la séparation des électrodes de la pierre, se produit dans le même sens que celui fourni par celle-ci, parce qu'alors l'inversion est tellement prompte qu'elle a eu le temps de se produire pendant le montage de l'expérience. Ces effets sont généraux et se rencontrent aussi bien avec les minerais métalliques susceptibles de fournir des courants de polarisation qu'avec les silex; seulement avec ceux-là l'électrisation inverse doit être de moindre durée qu'avec ces derniers. Dans tous les cas, le courant fourni par les électrodes se trouve assez promptement annulé et n'est jamais suivi d'un courant inverse, pas plus du reste que le courant de la pierre, qui peut manifester pendant longtemps sa présence et qui augmente successivement d'intensité jusqu'à un maximum après lequel il commence à décroître.

» Pour me rendre un compte exact de ces effets, j'ai voulu étudier le phénomène avec des électrodes composées. J'ai, en conséquence, employé quatre lames de platine, dont deux placées l'une à côté de l'autre enveloppaient chaque extrémité de mon silex d'Hérouville. Je faisais passer par leur intermédiaire le courant à travers la pierre pendant dix minutes, et, après avoir superposé l'une sur l'autre deux de ces électrodes (l'une positive, l'autre négative) dont la position était renversée pour chaque paire de lames, j'en enveloppais les extrémités d'un second silex non électrisé. J'ai obtenu, de cette manière, un premier courant correspondant à celles des lames en contact immédiat avec la pierre, sans que les lames superposées exerçassent aucune action inverse, et, quand ce courant s'est trouvé annulé, j'ai pu obtenir, avec ces dernières électrodes et après avoir enlevé les premières, un courant de sens inverse exactement de la même force que le premier produit. D'après cette expérience, *je pouvais conclure qu'un courant de polarisation peut traverser des électrodes polarisées en sens contraire sans détruire leur propriété excitatrice*, et, en rapprochant cette expérience de celle dont il a été question précédemment, je pouvais comprendre, jusqu'à un certain point, que le courant inverse des électrodes pût se manifester sans détruire pour cela le courant de la pierre. Restait à examiner pourquoi le courant correspondant à la dernière électrisation révélait d'abord sa présence, quoique celui correspondant à la première électrisation et confiné dans la pierre fût beaucoup plus durable et même alors plus intense.

» Si le phénomène ne se produisait qu'avec les pierres dures, on pourrait peut-être l'expliquer avec la seule hypothèse de la conductibilité électrolytique, en disant que les gaz primitivement déposés sur les électrodes se trouvant annulés par ceux développés à la suite de l'électrisation contraire, ces derniers, par leur réaction immédiate sur les gaz condensés au sein des parties de la pierre jouant le rôle d'électrodes, doivent non-seulement déterminer un courant dans le sens qui leur est propre, mais encore empêcher ces gaz condensés de provoquer un courant particulier, en leur donnant une polarité électrique contraire à celle qui leur serait nécessaire, pour réagir par décomposition sur le conducteur humide. Il y aurait, par conséquent, par suite de cet effet, paralysation momentanée de l'action de ces gaz, et leur effet ne pourrait se produire que quand l'action des gaz des électrodes aurait disparu : de là l'inversion du sens du courant de polarisation. Toutefois, le fait de cette inversion au sein d'un liquide conducteur rend cette explication tout au moins incomplète, car il est difficile d'admettre dans un liquide conducteur une condensation de gaz effec-

tuée au sein même de la masse liquide. Mais, en supposant que les molécules du corps médiocrement conducteur puissent acquérir une certaine polarité électrostatique, les effets deviennent d'une explication plus facile, car, en admettant qu'une partie des molécules du corps électrisé perdent leur polarité pour neutraliser celle des électrodes, il resterait encore assez de couches moléculaires polarisées pour expliquer le courant inverse produit. Ce qui viendrait à l'appui de cette manière de voir, c'est que ce courant inverse augmente successivement d'énergie après la disparition du courant provoqué par la seconde électrisation, et cela pendant longtemps (1^h30^m), si la première électrisation a duré très-longtemps ou s'est répétée un grand nombre de fois. D'un autre côté comment expliquer, sans cette hypothèse, la diminution successive de l'intensité des courants transmis par les silex lorsqu'on renverse alternativement le sens de ces courants, et alors que ces alternatives l'augmentent au contraire dans les pierres réellement humides, et par suite de l'addition qui se fait alors du courant de polarisation résultant de l'électrisation inverse qui a précédé? Comment enfin expliquer la conductibilité encore sensible que conserve le silex quand on l'a chauffé pendant longtemps à l'étuve et qu'on l'expérimente encore brûlant? Il est certain qu'il se produit en dehors de l'action électrolytique un effet électrique particulier qui pourrait bien être le résultat de la polarisation électrotonique dont j'ai parlé dans mes précédentes Notes, et ce ne pourrait être qu'à une action de ce genre qu'il serait possible de rapporter les courants très-faibles, il est vrai, mais néanmoins appréciables que déterminent les corps homogènes faiblement humides après avoir servi de conducteurs à un courant d'une durée suffisante.

» Quant au fait de l'accroissement successif de l'intensité du courant pendant le temps de sa circulation dans les pierres dures, il n'est pas exclusivement le propre de ces pierres; on le retrouve, comme je l'ai déjà indiqué dans ma dernière Note, quand le courant traverse des liquides très-résistants qui ne provoquent qu'un simple dégagement de gaz, tels que l'eau distillée, par exemple; ce n'est qu'une question de résistance et d'énergie de polarisation, et la preuve, c'est qu'avec l'eau ordinaire cet accroissement n'existe plus. »

CHIMIE. — *Nouvel hydrate cristallisé d'acide chlorhydrique;* par MM. **I. Pierre** et **Ed. Puchot**. (Extrait.)

« Lorsqu'on soumet à une très-basse température de l'acide chlorhydrique concentré du commerce, on n'en voit aucune partie se séparer

sous forme cristalline, même lorsqu'on maintient longtemps la température entre — 25° et — 30° C. ; mais, si l'on y fait alors passer un courant continu de gaz acide chlorhydrique à peu près sec, les choses se passent tout différemment.

» Quand le liquide est descendu jusqu'à — 21° ou — 22° C. et qu'il s'y est maintenu pendant quelques instants après sursaturation, on le voit remonter spontanément à — 18°, bien que le mélange frigorifique se maintienne au-dessous de — 25°. A partir de ce moment, il se forme une abondante cristallisation, alimentée par le courant de gaz, et la température peut se maintenir, sans variation sensible, à — 18°.

» Nous avons toujours observé, avant le dépôt des cristaux, un surabaissement de 3 ou 4 degrés dans la température du liquide, c'est-à-dire un phénomène de surfusion ou de sursaturation.

» Une opération synthétique, faite avec de l'eau distillée, nous a montré que, lorsque le poids des cristaux déposés représente près d'une fois et demie celui de l'eau employée, l'acide réel absorbé représente à peu près le poids de l'eau, ce qui indiquait déjà, pour les cristaux et leurs eaux mères, une composition moyenne voisine de ClH, 4HO. Nous verrons plus loin cette présomption confirmée par l'analyse.

» Ces cristaux d'acide chlorhydrique hydraté sont assez peu maniables et répandent à l'air d'épaisses fumées blanches en se décomposant. Additionnés d'eau, ils s'y dissolvent très-rapidement. Abandonnés dans un flacon muni d'un thermomètre et disposé de manière à livrer passage à l'excès de gaz qui peut se trouver mis en liberté, ces cristaux fondent lentement si la température ambiante est voisine de zéro, et le thermomètre reste stationnaire à — 18°. Dans une de nos expériences, il fallut plus de cinq quarts d'heure pour obtenir la fusion complète de 115 grammes de cristaux, le thermomètre restant fixe à — 18° jusqu'à la fin.

» Ces cristaux sont constamment restés au fond du vase ou y sont tombés lorsqu'ils étaient libres; d'où il est permis de conclure qu'ils sont plus denses que les eaux mères. Pendant leur fusion, il se dégageait d'assez abondantes bulles de gaz : on en peut conclure que les cristaux doivent être sensiblement plus riches que les eaux mères en acide réel.

» Nous n'avons pas essayé d'en déterminer la forme cristalline, qui nous a semblé rappeler les allures de ceux du carbonate de soude.

» La facilité avec laquelle se décomposent à l'air ces cristaux rendait assez difficile une analyse directe. Nous avons ajouté, à un poids connu de cristaux égouttés, un poids également connu d'eau distillée, assez grand pour prévenir un dégagement ultérieur d'acide gazeux. Il était assez facile

de tenir compte de cette eau dans l'analyse, et l'on devait se trouver ainsi dans de bonnes conditions pour obtenir un échantillon moyen du mélange, en facilitant la production de ce dernier par l'agitation. C'est dans ces conditions qu'ont été faits les essais suivants.

» Ces essais n'ont porté que sur le chlore, parce qu'il ne peut y avoir de doute sur la nature des éléments constitutifs du composé.

I. *Cristaux de la première opération, faite avec de l'acide chlorhydrique du commerce* [on avait ajouté 500 grammes d'eau distillée à 446 grammes de cristaux (1)].

Premier dosage. Liquide employé..............	$1^{gr},223$
Chlorure d'argent correspondant..	$1^{gr},090$
D'où, équivalents d'eau par équivalent d'acide réel..........	$4^{éq},38$
Deuxième dosage. Liquide employé..............	$1^{gr},662$
Chlorure d'argent correspondant..	$1^{gr},484$
D'où, équivalents d'eau par équivalent d'acide réel..........	$4^{éq},38$

» Comme le mélange liquide était coloré en jaune par de l'oxyde de fer fourni par les eaux mères, les impuretés dues aux causes de cette nature devaient avoir pour conséquence d'abaisser le chiffre de l'acide chlorhydrique et d'élever celui de l'eau correspondante.

II. *Cristaux d'une autre opération faite avec de l'acide pur et de l'eau distillée* (on avait ajouté à 254 grammes de cristaux 501 grammes d'eau. Le liquide provenant du mélange était incolore).

Premier dosage. Liquide employé..	$1^{gr},515$
Chlorure d'argent correspondant..	$0^{gr},987$
Équivalents d'eau par équivalent d'acide réel...............	$4^{éq},17$
Deuxième dosage. Liquide employé..............	$1^{gr},288$
Chlorure d'argent correspondant..	$0^{gr},843$
Équivalents d'eau par équivalent d'acide réel..............	$4^{éq},15$

» Tous les dosages qui précèdent donnent un peu plus de 4 équivalents d'eau pour 1 équivalent d'acide chlorhydrique réel; mais remarquons :

» 1° Que la difficulté de bien égoutter des cristaux si altérables nous exposait inévitablement à y laisser une proportion notable d'eau mère un peu plus pauvre en acide que les cristaux;

---

(1) Comme une partie des cristaux se détachaient facilement en retournant le flacon pour égoutter les eaux mères, on a craint de faire durer trop longtemps l'égouttement, et il a dû rester en mélange un peu d'eaux mères.

» 2° Que, pendant le court espace de temps qui s'écoule lorsqu'on les égoutte, les cristaux subissent un commencement de décomposition avec perte d'acide chlorhydrique.

» L'ensemble de ces diverses circonstances nous expose à trouver nos cristaux un peu plus pauvres en acide chlorhydrique ou un peu plus riches en eau que la réalité, et nous croyons pouvoir admettre, pour leur composition, la formule ClH, 4HO. Nous aurions donc là l'hydrate le plus riche et le mieux défini qu'on ait encore observé pour l'acide chlorhydrique.

» *De l'emploi, comme mélange frigorifique, de la neige et de l'acide chlorhydrique.* — Nous avions déjà observé, pendant l'hiver de 1874 à 1875, que l'acide chlorhydrique et la neige constituaient l'un des mélanges frigorifiques les plus énergiques et les plus économiques. Voici les résultats de quelques essais récemment effectués dans des conditions ordinaires :

			Température finale.
Premier essai :	Neige	500	−29°
	Acide (1)	200	
Deuxième essai :	Neige	500	−29
	Acide	230	
Troisième essai :	Neige	500	−31
	Acide	250	
Quatrième essai :	Neige	500	−27
	Acide	300	
Cinquième essai :	Neige	500	−32
	Acide	250	

» Dans les quatre premiers essais on versait lentement et en agitant constamment la totalité de l'acide sur la neige; dans le cinquième essai, on n'avait mis d'abord que la moitié de la neige, et l'autre moitié avait été ajoutée après l'acide. Dans les trois essais qui vont suivre, l'acide avait été préalablement refroidi à −15° ou −16°.

			Température finale.
Sixième essai :	Neige	500	−35°
	Acide refroidi	250	
Septième essai :	Neige	500	−34
	Acide refroidi	300	
Huitième essai :	Neige	500	−34
	Acide refroidi et saturé (2)	260	

(1) L'acide marquait un peu moins de 23 degrés à l'aréomètre de Baumé, à la température de 3 degrés.

(2) L'acide dont il est ici question avait été saturé à une température d'environ −18°, et avait absorbé 268 grammes d'acide gazeux par kilogramme d'acide commercial primitif.

			Température finale.
Neuvième essai :	Neige	500	—35°
	Acide refroidi et saturé	200	
Dixième essai :	Neige	500	—34
	Acide refroidi et saturé à 18 degrés	175	

» De là les conclusions pratiques suivantes :

» 1° En mélangeant 2 parties de neige avec 1 partie d'acide chlorhydrique du commerce, on peut abaisser la température jusqu'à — 32°;

» 2° On peut descendre jusqu'à —35°, en prenant la précaution de refroidir préalablement l'acide jusqu'à —15° à —16°;

» 3° L'acide sursaturé à — 16° ou — 18° ne paraît pas avoir d'avantage sensible sur l'acide ordinaire.

» Lorsque avec un mélange de neige et d'acide chlorhydrique on veut monter un bain réfrigérant dont l'abaissement de température doit être maintenu longtemps, il serait assez difficile de rester à —34° ou 35°; mais si l'on veut se contenter d'une température de — 25° à — 26°, on peut y parvenir par des additions successives de neige et d'acide un peu refroidi. Lorsqu'on s'aperçoit que la température a une tendance trop prononcée à remonter, on siphonne le liquide inférieur avant d'ajouter de nouvelle neige et de nouvel acide. Le liquide siphonné peut alors servir à refroidir l'acide qu'on doit employer plus tard (1). »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur une nouvelle loi fondamentale de l'Électrodynamique.* Note de M. R. CLAUSIUS.

« M. W. Weber a énoncé, pour expliquer les phénomènes électrodynamiques, une loi sur l'action que deux particules d'électricité, qui sont en mouvement, exercent l'une sur l'autre. Soient e et e' ces deux particules, dont chacune peut être positive ou négative, et r leur distance, qui est une fonction du temps t. Ces particules exercent l'une sur l'autre, d'après M. Weber, une répulsion qui s'exprime par la formule

$$\frac{ee'}{r^2}\left[1-\frac{1}{c^2}\left(\frac{dr}{dt}\right)^2+\frac{2}{c^2}r\frac{d^2r}{dt^2}\right],$$

dans laquelle c désigne une constante.

» Mes recherches sur ce sujet m'ont donné la conviction que cette loi,

(1) Il est à peine utile d'ajouter qu'il est avantageux d'envelopper le vase qui contient le mélange réfrigérant pour éviter le réchauffement dû aux courants d'air et au dépôt de givre. Nous avons pu souvent ainsi, avec moins de 3 kilogrammes d'acide chlorhydrique ordinaire, maintenir pendant neuf ou dix heures, à — 25°, avec de faibles variations, un bain réfrigérant d'environ 4 à 4 $\frac{1}{2}$ litres.

qui a déjà été combattue par M. Helmholtz et par d'autres auteurs, ne répond pas à la réalité, mais qu'elle doit être remplacée par une autre loi que je me permets de communiquer à l'Académie, en me réservant de développer plus tard, d'une manière complète, les raisons qui m'y ont conduit.

» Soient x, y, z et x', y', z' les coordonnées rectangulaires, au temps t, des deux particules d'électricité e et e' concentrées chacune en un point. Représentons les coordonnées relatives de e par rapport à e' par

$$\xi = x - x', \quad \eta = y - y', \quad \zeta = z - z';$$

désignons, comme plus haut, par r la distance des deux particules, par ds et ds' les deux éléments de chemin qu'elles parcourent simultanément, par ε l'angle compris entre les directions de ces éléments, et par v et v' les vitesses des deux particules. Si nous représentons par $\mathrm{X}ee'$, $\mathrm{Y}ee'$, $\mathrm{Z}ee'$ les composantes, suivant les trois axes, de la force totale (électrostatique et électrodynamique) que la particule e éprouve de la part de la particule e', nous aurons d'abord, sous la forme la plus générale, les équations suivantes, dans lesquelles k désigne une constante positive qui dépend du rapport entre la partie électrodynamique et la partie électrostatique de la force, et n une autre constante sur laquelle nous reviendrons plus loin :

$$\mathrm{X} = \frac{\xi}{r^3} - k\left(\frac{\xi}{r^3}\cos\varepsilon + n\frac{d^2\frac{\xi}{r}}{ds\,ds'}\right)vv' + k\frac{d}{dt}\left(\frac{1}{r}\frac{d\xi}{dt}\right),$$

$$\mathrm{Y} = \frac{\eta}{r^3} - k\left(\frac{\eta}{r^3}\cos\varepsilon + n\frac{d^2\frac{\eta}{r}}{ds\,ds'}\right)vv' + k\frac{d}{dt}\left(\frac{1}{r}\frac{d\eta}{dt}\right),$$

$$\mathrm{Z} = \frac{\zeta}{r^3} - k\left(\frac{\zeta}{r^3}\cos\varepsilon + n\frac{d^2\frac{\zeta}{r}}{ds\,ds'}\right)vv' + k\frac{d}{dt}\left(\frac{1}{r}\frac{d\zeta}{dt}\right).$$

» De ces équations on peut déduire toutes les forces exercées entre des courants galvaniques, ainsi que les effets d'induction.

» Les composantes de l'action qu'un élément de courant ds éprouve de la part d'un élément de courant ds' sont représentées, d'une manière tout à fait générale, par les expressions

$$cii'\,ds\,ds'\left(-\frac{\xi}{r^3}\cos\varepsilon + \frac{d\frac{1}{r}}{ds'}\frac{d\xi}{ds} + \frac{d\frac{1}{r}}{ds}\frac{d\xi}{ds'} - n\frac{d^2\frac{\xi}{r}}{ds\,ds'}\right),$$

$$cii'\,ds\,ds'\left(-\frac{\eta}{r^3}\cos\varepsilon + \frac{d\frac{1}{r}}{ds'}\frac{d\eta}{ds} + \frac{d\frac{1}{r}}{ds}\frac{d\eta}{ds'} - n\frac{d^2\frac{\eta}{r}}{ds\,ds'}\right),$$

$$cii'\,ds\,ds'\left(-\frac{\zeta}{r^3}\cos\varepsilon + \frac{d\frac{1}{r}}{ds'}\frac{d\zeta}{ds} + \frac{d\frac{1}{r}}{ds}\frac{d\zeta}{ds'} - n\frac{d^2\frac{\zeta}{r}}{ds\,ds'}\right),$$

dans lesquelles i et i' désignent les intensités des courants, et c une constante positive, qui dépend de la constante k et de l'unité qui sert de mesure à ces intensités de courants.

» Il s'agit maintenant encore de savoir quelle valeur il faut attribuer à la constante n.

» Si l'on choisit la valeur 1, les dernières expressions représentent les composantes de la force même qu'Ampère a déduite de ses expériences, à savoir d'une attraction exprimée par

$$cii'dsds'\left(\frac{\cos\varepsilon}{r^2}+r\frac{d^2\frac{1}{r}}{ds\,ds'}\right).$$

» Mais cette formule d'Ampère ne peut être vérifiée expérimentalement pour deux simples éléments de courant; la vérification expérimentale porte toujours sur des cas où l'un au moins des courants est fermé. Il est donc permis d'admettre qu'il peut encore exister d'autres forces qui s'exercent entre deux éléments de courant, pourvu qu'elles satisfassent seulement à la condition de conduire, pour un courant fermé, au même résultat que celui d'Ampère. On obtiendra des forces de cette nature en donnant à la constante n, dans les trois expressions ci-dessus, différentes valeurs; car, dans chacune de ces expressions, le terme affecté du facteur n est un coefficient différentiel du second ordre par rapport à s et s', qui donne un résultat nul lorsqu'on l'intègre relativement à un courant fermé, et ne peut, par conséquent, avoir aucune influence sur l'action qu'un courant fermé exerce sur un élément de courant.

» On peut donc, si l'on ne veut admettre comme certain que ce qui est confirmé par l'expérience, considérer provisoirement n comme une constante qui reste à déterminer. Mais sa valeur la plus vraisemblable, théoriquement, est celle qui rend plus simples les équations fondamentales, à savoir la valeur zéro, qui change ces équations en

$$X=\frac{\xi}{r^3}(1-kvv'\cos\varepsilon)+k\frac{d}{dt}\left(\frac{1}{r}\frac{d\xi}{dt}\right),$$

$$Y=\frac{\eta}{r^3}(1-kvv'\cos\varepsilon)+k\frac{d}{dt}\left(\frac{1}{r}\frac{d\eta}{dt}\right),$$

$$Z=\frac{\zeta}{r^3}(1-kvv'\cos\varepsilon)+k\frac{d}{dt}\left(\frac{1}{r}\frac{d\zeta}{dt}\right).\text{ »}$$

THERMODYNAMIQUE. — *Sur l'étude des moteurs thermiques et sur quelques points de la théorie de la chaleur en général.* Note de M. **Hirn**.

« Au moment de publier le tome II de mon ouvrage de *Thermodynamique,* je prie l'Académie de me permettre de signaler à son attention quelques-uns des résultats généraux auxquels j'ai été conduit.

» Ce volume renferme : (Livre IV) l'application de la Thermodynamique à l'étude des moteurs thermiques, et (Livre V) l'exposition de la *seconde branche* de la théorie de la chaleur.

» La partie relative aux moteurs, et particulièrement aux moteurs à vapeur, est le résultat et le résumé de vingt années de recherches, dirigées dans le même sens et exécutées avec des moyens d'observation sans cesse perfectionnés. Deux choses y frapperont le lecteur : c'est, d'une part, la manière admirable dont s'appliquent et se vérifient les équations fondamentales de la théorie de la chaleur ; c'est, d'autre part, l'impossibilité où nous nous trouvons d'établir une théorie proprement dite de tel ou tel moteur thermique en particulier, une théorie permettant de déterminer, *a priori* et sans données empiriques, les circonstances essentielles des fonctions de la machine (travail produit, chaleur dépensée, etc., etc.). La contradiction apparente qui existe entre ces deux énoncés s'explique très-naturellement, par un fait intéressant, au plus haut degré, au point de vue de la Physique mécanique.

» Il y a bon nombre d'années déjà que notre vénéré et bien regretté confrère Combes a montré, par une expérience décisive, l'influence puissante qu'exerce, sur le rendement de la machine à vapeur, l'enveloppe ou chemise à vapeur de Watt. Cette expérience a été pour moi la révélation d'un principe dont je n'ai cessé depuis de poursuivre l'étude et l'application. Dès le début (1855), j'avais reconnu qu'il est rigoureusement impossible de traiter la machine à vapeur, entre autres, comme un *simple mécanisme,* et de négliger les propriétés physiques de ses organes. Les parois des cylindres moteurs, les pistons, les tiges, etc., se comportent comme des réservoirs de chaleur : ces pièces reçoivent de la chaleur pendant la période d'admission de la vapeur ; elles en cèdent ou en reçoivent pendant la détente ; elles en perdent pendant la condensation ou période d'évacuation. La grandeur de cette triple action varie considérablement. Rarement ou jamais négligeable, elle devient souvent telle que l'on commettrait des erreurs de 30, 40, 50 pour 100, si l'on voulait (par exemple et entre autres) déterminer *a priori* la dépense en vapeur, par coup de piston, en formant le produit de la densité

par le volume engendré à chaque cylindre. Mais, en espèce et en valeur numérique, elle varie non-seulement d'un moteur à un autre, mais dans le même moteur, par suite de circonstances en apparence insignifiantes et dont il est, en tous cas, impossible de pressentir même le rôle. Nous ne pouvons donc savoir à l'avance combien il se condensera de vapeur dans le cylindre pendant l'admission; suivant quelle loi la vapeur se détendra; combien elle enlèvera de chaleur aux parois pendant la condensation; toutes choses dont la connaissance est pourtant indispensable dans une théorie réelle.

» Une machine à vapeur donnée ayant été étudiée expérimentalement, dans telles ou telles conditions bien stables, il est au contraire toujours possible de résoudre *a posteriori* les problèmes les plus importants qu'elle comporte. C'est en ce sens qu'on arrive à une concordance remarquable entre les données que fournit la Thermodynamique et celles auxquelles conduisent des expériences bien faites.

» Je puis me servir de cette dernière expression sans manquer aux règles élémentaires de la modestie, car je ne suis plus seul en cause ici. J'ai eu, depuis ces dix dernières années, la bonne chance d'avoir, non pour aides, mais pour collaborateurs, deux hommes aussi zélés que capables, M. Leloutre, autrefois professeur à l'École industrielle, à Mulhouse, et M. Hallauer, ingénieur civil: ils ont concouru, non-seulement à la bonne exécution d'expériences qui, pour un seul observateur, sont fatigantes au delà de toute idée, mais ils m'ont aidé dans les calculs, dans la mise en œuvre des résultats des expériences. Je leur laisse donc une large part dans le travail commun, et je leur témoigne ici toute ma gratitude.

» Je n'apprendrai rien de nouveau à personne en disant que, sans les travaux de M. Regnault, toute expérience correcte sur la machine à vapeur serait impossible. Ce qui est toutefois de nature à étonner, c'est le caractère de rigueur presque absolue de ces travaux, en ce qui concerne l'étude de l'eau et de sa vapeur. On verra, par la lecture du Livre IV de mon ouvrage, que la traduction algébrique de mes expériences sur la machine à vapeur renferme deux et parfois trois systèmes d'équations différentes, qui sont de nature à se vérifier réciproquement, et dont les solutions coïncident numériquement, à la condition formelle que les expériences soient justes et que les données de M. Regnault soient rigoureusement exactes. Au début, les vérifications auxquelles nous arrivions m'ont, l'avouerai-je? *inquiété*. J'appréhendais des coïncidences fortuites; je craignais de devoir attribuer aux nombres fournis par M. Regnault une rigueur dépassant ce qu'on pou-

vait raisonnablement prétendre. La répétition non interrompue de ces coïncidences dissipa cependant bientôt mes craintes. Qu'il me soit permis de payer ici un tribut d'admiration aux travaux d'un confrère que le malheur, depuis ces dernières tristes années, n'a point épargné.

» Les équations fondamentales de la Thermodynamique, relatives aux vapeurs, aux liquides, aux solides, peuvent se diviser en deux classes bien distinctes. Dans les unes, le travail interne, le travail moléculaire, est traité, implicitement ou explicitement, comme un *facteur simple*. Dans les autres, on décompose ce travail en ses *divers éléments*. Je cite un exemple entre mille, pour bien préciser. Lorsqu'un liquide bout sous une pression constante, et, par suite, à une température constante, il faut, pour évaporer l'unité de poids, une certaine quantité de chaleur r, que les expériences de M. Regnault nous permettent de déterminer dans un grand nombre de cas; cette chaleur, jadis appelée *latente*, représente un travail $425r$, formé de deux parties, l'une f exprimant le travail interne engendré par la vapeur en se formant; l'autre ρ exprimant le travail interne relevant des actions moléculaires. Cela posé, dans les équations de la première classe, on laisse intacts les termes r ou ρ et leurs différentielles dr, $d\rho$; dans les équations de la seconde classe, on décompose au contraire ρ en ses deux facteurs R et v, le premier représentant une *résistance surmontée*, quelles que soient son espèce, son origine; le second représentant un *espace parcouru*, quelle que soit aussi sa nature (écartement de molécules ou autres). C'est l'ensemble des équations de cette dernière espèce qui constitue ce que j'ai appelé la *seconde branche* de la Thermodynamique, laissant le nom de *première branche* à l'ensemble, beaucoup plus généralement connu, des équations de la première espèce et des phénomènes qu'elles concernent.

» Il semble, à première vue, qu'il doive être impossible d'édifier cette seconde branche sans recourir à des hypothèses, soit sur la nature des forces, soit sur la forme, le nombre, la grandeur des atomes, etc. Il n'en est pourtant heureusement pas ainsi. Les phénomènes étudiés, dans cette seconde branche, nous obligent incontestablement à *pénétrer par la pensée* dans l'intérieur des corps; ils nous *invitent* à poser certaines hypothèses, mais ils n'en nécessitent aucune pour se laisser exprimer mathématiquement.

» En examinant attentivement les causes qui troublent quelques-unes des lois connues depuis longtemps en Physique et réputées applicables seulement à certains ordres restreints de cas, on arrive, sans faire aucune supposition gratuite sur la nature des forces, à donner à ces lois un caractère

rationnel et tout à fait général, d'où est bannie toute apparence d'empirisme. C'est ainsi, par exemple, que la loi de Mariotte et Gay-Lussac qui, telle quelle, ne s'applique pas même aux gaz (Regnault), peut, à l'aide de quelques termes nouveaux, être convertie en une loi universelle, s'appliquant non-seulement aux gaz et aux vapeurs, mais aux liquides et aux solides. Ces lois, ainsi corrigées et généralisées, ne sont encore qu'approximatives dans leurs applications nouvelles; mais on aperçoit aussi très-clairement les causes de perturbations, et l'on voit de quelle manière elles pourront être corrigées plus profondément.

» Les équations de la seconde branche n'ont peut-être pas encore le degré de précision, de rigueur de celles de la première branche; mais elles revêtent, si c'est possible, un caractère plus original, plus *pénétrant*. Déjà aujourd'hui elles nous conduisent à évaluer, très-correctement dans certains cas, l'*intensité* de l'attraction moléculaire; bientôt elles nous conduiront de même à *peser l'énergie* de l'affinité élective. Nous apercevons ainsi à un horizon très-lointain sans doute encore, mais sous une forme pourtant nette et définie déjà, la naissance d'une *chimie mathématique*.

» Comme œuvre personnelle dans les développements de cette branche, j'ai fait tous mes efforts pour ne jamais sortir des limites de ce qu'on peut considérer comme positif et comme démontrable, sinon démontré, et je suis persuadé que, bien loin de m'accuser d'*audace*, la plupart de mes lecteurs me reprocheront de m'être arrêté à mi-chemin.

» Dans l'un des derniers paragraphes de mon ouvrage, j'ai eu, au sujet d'une loi connue d'électrolyse, à examiner ce qui constitue réellement la *grandeur* du mouvement électrique, ce qui constitue une *quantité* d'électricité dynamique. J'ai formulé quelques définitions et quelques propositions, sur lesquelles je me permets d'appeler l'attention des physiciens : elles me semblent différer considérablement de celles qui sont admises généralement. J'ai toutefois évité avec le plus grand soin de me poser comme *novateur*, comme *inventeur*. Dans la solitude absolue où je vis et travaille, il m'est parfois très-difficile de me tenir au courant des données tout à fait récentes de la Science. A ce point de vue, qui est d'ailleurs secondaire à mon sens, je me repose entièrement sur l'équité du public compétent. »

ANTHROPOLOGIE. — *Têtes osseuses de races humaines fossiles et actuelles. Histoire de la craniologie ethnique. Race Négrito;* par MM. DE QUATREFAGES et HAMY.

« En présentant à l'Académie la quatrième livraison des *Crania Ethnica*, M. de Quatrefages en résume le contenu dans les termes suivants :

» La première partie de cette livraison comprend la fin de l'histoire des races humaines fossiles, et plus particulièrement des indications relatives aux traces que les races brachycéphales et mésaticéphales de l'époque quaternaire ont laissées dans les populations actuelles. La plupart de ces faits ont été déjà résumés dans notre dernière Communication à l'Académie. Nous ne parlerons donc aujourd'hui que de ceux qui concernent les rapports entre la race fossile de Grenelle et les populations de l'époque moderne qui se rattachent au type Lapon.

» Il n'y a pas, il est vrai, une identité parfaite entre les crânes extraits de la carrière Hélie (moyens niveaux supérieurs) et ceux des Lapons de nos jours. Mais, en somme, les analogies que nous avons constatées entre ces têtes osseuses sont beaucoup plus nombreuses et plus importantes que les différences. Ainsi, nos crânes de Grenelle viennent se placer exactement entre ceux des deux collections de crânes lapons les plus considérables qui aient été recueillies, celle Lycksele et celle de Kautokeino, par leur courbe horizontale, les indices céphaliques et la longueur des diamètres antéro-postérieur et transverse.

» Ces diverses particularités, et d'autres, sur lesquelles nous reviendrons, quand nous étudierons les races actuelles, nous ont fait admettre l'existence d'un *type laponoïde*, auquel se rattache un grand nombre de populations échelonnées dans le temps et répandues à peu près dans l'Europe entière.

» C'est à lui qu'appartiennent ces têtes osseuses de l'époque néolithique, recueillies en Suède et en Danemark, regardées comme franchement lapones par le vénérable Sven Nilsson. Retzius père, après quelques hésitations, s'était rangé à la même opinion, qui est aujourd'hui celle, croyons-nous, de tous les anatomistes du Nord et en particulier celle de notre éminent Correspondant M. Steenstrup.

» Cette même race s'est retrouvée dans les anciennes sépultures de l'Allemagne du Nord et de l'Ouest, dans les *round-barrows* des îles Britanniques. Toutefois, sauf peut-être dans les îles danoises où elle semble avoir prédominé, elle est généralement peu nombreuse. L'un de nous

(M. Hamy), après avoir fait le relevé des collections de Stockholm et de Lund, a trouvé qu'elle n'entrait que pour un dixième environ dans la composition des anciennes populations suédoises. Il en est à peu près de même en Angleterre.

» En France, le type laponoïde s'est rencontré dans les sépultures néolithiques de la Pierre-qui-Tourne et de Marly-le-Roi. On le retrouve dans les populations actuelles des environs de Paris. Les collections du Muséum renferment un certain nombre de têtes qui ne peuvent laisser de doute à cet égard.

» Nous retrouvons encore ce type, presque à l'état de pureté, dans les Alpes du Dauphiné. Une collection fort curieuse, recueillie par M. Hoël dans d'anciens cimetières, justifie pleinement ce que l'un de nous a dit à ce sujet au Congrès de Stockholm.

» Les études craniologiques les plus récentes confirment donc, dans une certaine mesure, l'opinion exprimée par Retzius père relativement à l'ancienne extension de son type brachycéphale ancien; c'est, du reste, une des questions que nous aurons à reprendre plus tard.

» La seconde partie de la livraison et de l'ouvrage lui-même commence par un chapitre consacré à l'histoire de la craniologie ethnique. C'est la reproduction quelque peu modifiée du discours d'ouverture d'un cours sur le même sujet professé par l'un de nous (M. Hamy) à la salle Gerson.

» Ce n'est guère que dans les monuments artistiques de la Grèce que l'on peut trouver quelques renseignements sur le sujet de ces études. La distinction des types dolichocéphale et brachycéphale se montre dans les statues, dans les portraits que nous devons aux sculpteurs de ce pays. Au premier appartiennent les grands dieux de l'Olympe; les satyres, les faunes se rattachent au second. Miltiade, Périclès, Eschyle, Sophocle, Démosthènes, etc., étaient dolichocéphales; Socrate était brachycéphale.

» Les Romains ont laissé plus de documents utilisables pour nos études. Mais aucun peuple de l'antiquité ne peut, à ce point de vue, rivaliser avec les Égyptiens. Les deux auteurs ont pu juger par eux-mêmes du nombre et de l'exactitude des peintures et des bas-reliefs, du plus haut intérêt pour l'ethnologiste, que renferment les temples et les hypogées égyptiens. Ce ne sont plus seulement les types généraux que l'on reconnaît ici du premier coup d'œil : les caractères secondaires sont reproduits avec une précision qui a devancé parfois la science moderne. C'est ainsi que la variation du teint des races nègres, allant du noir au rouge brun, figurée sur les monu-

ments égyptiens, n'a peut-être été acceptée comme réelle que depuis les derniers voyages.

» Les Assyriens, les Babyloniens, les Persans ont aussi retracé sur leurs monuments bien des scènes instructives pour l'ethnologiste. Les peuples mystérieux qui élevèrent les monuments de l'Amérique centrale ont eux-mêmes laissé des renseignements d'un haut intérêt à ce point de vue. Nous indiquons quelques-uns des faits les plus saillants de cette nature et reproduisons quelques-uns des types empruntés à ces diverses sources.

» A la période purement artistique succède la période scientifique. Celle-ci est toute moderne. Vers le milieu du XVI[e] siècle et à des titres divers, Luca della Robbia, Albert Durer, Bernard Palissy et N. de Nicolay peuvent être considérés comme ayant ouvert la voie. Toutefois, c'est seulement en 1627 que Spigel se crée, à l'aide de quatre lignes idéales, un type cranien, selon lui bien proportionné. Il est amené par là à comparer la tête du Moscovite, des Macrocéphales d'Hippocrate, des Germains, des Génois et des Belges; mais, adoptant une idée déjà émise par Vésale, il ne voit, dans les différences morphologiques de ces têtes, que le résultat de manœuvres ou d'habitudes qui ont modifié des formes primitivement semblables.

» En réalité, il faut arriver à Daubenton, et surtout à Camper pour trouver des exemples d'étude vraiment scientifique de la tête osseuse. L'angle occipital du premier, bien plus encore les projections et l'angle facial du second attirèrent sérieusement l'attention, et l'on peut dire qu'il se forma une école campérienne à laquelle se rattachent Geoffroy Saint-Hilaire et Cuvier, par leur étude géométrique sur le triangle facial.

» Mais c'est surtout Blumenbach qui doit être regardé comme le véritable fondateur de la craniologie ethnique. Le premier, il semble avoir senti la nécessité de former, pour les études de cette nature, une véritable collection de têtes empruntées à diverses races. Il décrivit et figura dans ses *Décades* la plupart de celles qu'il put se procurer; il substitua aux projections et à l'angle de Camper sa *norma verticalis*, qui permet en effet d'apprécier des caractères importants qui échappent dans les vues de profil. Mais il eut le tort de ne pas comprendre l'importance de ces dernières. La plupart des dessins qu'il a publiés, pris dans les positions les plus disparates, ne peuvent être comparés entre eux, et perdent par conséquent beaucoup de leur valeur.

» A Blumenbach se rattachent essentiellement Lawrence, Prichard, Morton, Richard Owen. Ce dernier a toutefois opposé sa *norma basilaris* à

la *norma verticalis*, pour mieux faire sentir les différences qui séparent les singes anthropomorphes de l'homme. Prichard, de son côté, a introduit dans la description de la tête les considérations tirées du *prognathisme* et de la *conformation pyramidale* que l'un de nous a proposé de mesurer exactement à l'aide d'un instrument spécial présenté à l'Académie, en 1858. Aux modes d'appréciation précédents, Retzius ajouta les rapports des diamètres céphaliques, forma la belle collection qui est encore une des plus riches de l'Europe, et mérita d'être regardé comme le véritable continuateur de Blumenbach.

» La France, qui, par Buffon et Daubenton, avait ouvert la voie, d'abord aux études d'Anthropologie, puis à l'introduction des mesures précises dans la description de la tête humaine, resta longtemps en arrière du mouvement qui se manifestait en Angleterre, en Amérique et en Suède. Il faut arriver à William Edwards et à la Société d'Ethnologie pour voir l'école française reprendre une autorité qui s'accuse par la fondation de Sociétés modelées sur celle de Paris. Peu après, M. Serres reprenait la collection commencée par Cuvier et la développait à un point tel que les anthropologistes américains eux-mêmes la déclaraient être sans rivale. Nous croyons pouvoir dire qu'elle a gardé son rang.

» La Société d'Anthropologie succéda à la Société d'Ethnologie. Elle aussi compte aujourd'hui dans tous les grands États de l'Europe des Sociétés sœurs, fondées à son imitation et qui ont déclaré vouloir marcher sur ses traces. L'autorité qu'elle a su prendre presque dès ses débuts est certainement due à la direction sévère de ses travaux. Il serait impossible d'en rappeler ici même une faible partie et de rendre justice à tous les travailleurs à qui elle doit la position qu'elle a prise; mais nous ne saurions passer sous silence les noms de MM. Broca et Pruner-bey, dont la parole et l'exemple ont été certainement pour une grande part dans la direction générale des travaux de la Société.

» En abordant la description des têtes osseuses appartenant aux races humaines actuelles, nous avons dû, M. Hamy et moi, nous préoccuper de l'ordre dans lequel nous les étudierions, en d'autres termes, de la classification de ces têtes. S'il s'était agi des *races* elles-mêmes, nous aurions incontestablement suivi les principes de la *méthode naturelle*, tels que l'un de nous s'est depuis longtemps efforcé d'en faire l'application à la classification anthropologique; mais, n'ayant à étudier qu'une partie de l'être humain et ne voulant pas aller chercher des caractères en dehors de la tête osseuse, nous avons dû adopter un *système*. Les trois types fondamentaux nous ont

fourni les grandes divisions. Nous avons partagé ensuite les Blancs, les Jaunes et les Nègres en groupes déterminés par les indices céphaliques, en adoptant pour ces derniers la gradation proposée par M. Broca.

» Quoique un peu systématique, cette manière de procéder permet de conserver les grands rapports vrais et de distinguer les principaux éléments ethniques qui entrent dans la composition d'une population donnée.

» Ce dernier résultat est un de ceux auxquels nous nous sommes le plus attachés. Chaque jour, l'étude démontre de plus en plus que les races humaines se sont beaucoup plus mêlées qu'on ne le croyait naguère. Même chez les plus sauvages et dans les conditions apparentes d'isolement les plus assurées, des types plus ou moins distincts se sont rapprochés, juxtaposés ou fusionnés. En pareil cas, celui qui réunit indistinctement, soit tous les individus, s'il fait de l'Anthropologie, soit toutes les têtes, s'il s'en tient à la craniologie, qui évalue les caractères en se bornant à prendre des moyennes, fait en réalité de la *Démographie*. Cette méthode est en outre excellente pour étudier en lui-même un caractère donné. Mais elle n'apporte aucune lumière à l'*Ethnologie;* elle ne peut rien enseigner relativement aux races plus ou moins distinctes aujourd'hui réunies sur un point déterminé. Par exemple, il est facile de comprendre que ce procédé, appliqué à l'Amérique méridionale, où les indigènes se sont mêlés aux Européens de toute origine et aux Nègres de toute provenance, ne saurait rien apprendre quant aux éléments d'où résulte la population actuelle.

» Distinguer les types craniologiques au milieu des têtes osseuses provenant d'une même contrée, remonter ainsi aux origines plus ou moins multiples des populations, a été au contraire une de nos principales préoccupations.

» Nous avions du reste, l'un et l'autre, procédé ainsi dans divers travaux antérieurs et nous espérons justifier de plus en plus cette manière de comprendre la craniologie.

» Sans doute, elle complique les recherches et pose parfois des problèmes difficiles à résoudre faute de matériaux suffisants, faute de données assez précises sur les modifications que le temps et les conditions d'existence peuvent faire subir à la tête osseuse. En revanche, elle conduit souvent à des résultats d'un haut intérêt et jette un jour inattendu sur le passé des populations et des races qui n'ont pas même conservé d'histoire traditionnelle.

» Les dernières pages de notre quatrième livraison renferment le com-

mencement de l'étude des crânes nègres. Nous commençons par les races plus ou moins brachycéphales dont l'existence parmi les représentants de ce type fondamental était mise en doute il y a peu d'années encore.

» La première qui a dû attirer notre attention est la race Négrito, dont l'un de nous, dans un travail communiqué en extrait à l'Académie, a fait connaître l'ancienne extension, la distribution actuelle et les caractères pris dans un de ses groupes restés les plus purs. Nos nouvelles études n'ont rien changé aux conclusions tirées de ces premières recherches; aussi croyons-nous inutile de résumer ici de nouveau des faits dont l'ensemble est déjà connu.

» Nous nous bornons à ajouter que cette livraison renferme, comme les précédentes, à côté de têtes faisant partie de l'Atlas et que M. Formant a lithographiées avec un rare talent, un grand nombre de dessins sur bois intercalés dans le texte. Nous saisissons avec plaisir l'occasion de remercier publiquement l'éditeur, dont la générosité intelligente nous permet d'accroître ainsi l'intérêt et la valeur scientifique de l'ouvrage. »

RAPPORTS.

GÉOGRAPHIE. — *Rapport sur la méthode employée par M.* de Magnac *pour représenter les marches diurnes des chronomètres.*

(Commissaires : MM. Pâris, Mouchez, Yvon Villarceau, Jurien de la Gravière rapporteur.)

« Employant une construction graphique résultant d'une formule recommandée par M. Yvon Villarceau, M. le lieutenant de vaisseau de Magnac, pour représenter les marches diurnes des chronomètres, tient compte : 1° des variations de température; 2° de l'âge des huiles. Pareille chose avait déjà été faite depuis longtemps; mais ce qui caractérise la nouvelle méthode, c'est que la formule employée et le tracé correspondant offrent l'ensemble des termes utiles à la représentation de la marche des chronomètres au lieu de n'en comprendre que les deux ou trois premiers.

» L'emploi direct de la formule de Taylor, très-propre à la détermination des positions géographiques, exige des calculs beaucoup trop longs, pour les circonstances ordinaires de la navigation. L'emploi des courbes, au contraire, est déjà en usage dans la marine. L'interprétation seule diffère, et il est évident qu'il y a tout intérêt à adopter, en fait d'interprétation, celle qui repose sur la théorie la plus complète.

» En pratique, que résultera-t-il de l'emploi de la méthode préconisée par M. de Magnac? D'abord, aucun travail supplémentaire. Le résultat cherché sera aussi rapidement obtenu. Si quelque perturbation brusque se produit, elle sera immédiatement accusée. Si, au contraire, aucune solution de continuité n'a lieu, on trouvera à l'atterrissage, entre les résultats fournis par les diverses méthodes, des différences qui feront généralement ressortir plusieurs milles en faveur de la méthode nouvelle. Ainsi M. de Magnac constate que, après 68 jours de traversée, le chronomètre n° 353 de Le Roy lui a donné 2,8 milles d'erreur à l'atterrissage, que ce même chronomètre en aurait donné 53 si l'on n'eût tenu aucun compte des variations de la marche, 13 en introduisant les corrections proportionnelles à la température et à l'âge des huiles, 7 en ajoutant à ces premières corrections un troisième terme proportionnel au carré de la température. On voit donc que le moindre gain dû à l'emploi de la nouvelle méthode est, dans ce cas particulier, de 4,2 milles, avantage qui, certes, est très-pratique et n'est nullement à dédaigner.

» Est-ce à dire que l'on aura toujours à présenter des profits aussi considérables? Nous avons pris dans le travail de M. de Magnac le résultat le plus saisissant. A côté de celui-là, M. de Magnac nous en offre d'autres, moins remarquables sans doute, mais qui ont encore leur prix : après une traversée de quarante et un jours, de Montevideo à l'île d'Aix, on atterrissait, au mois d'août 1867, avec le chronomètre n° 309 de Vissière, à 5 milles près, grâce à l'emploi de la formule de M. Yvon Villarceau. L'erreur eût été de 35 milles, de 21 milles et de 7,5 milles, suivant celle des anciennes méthodes dont on eût fait usage.

» Ce qu'il nous paraît, après ces deux exemples, important d'établir, c'est le degré d'approximation que pourront fournir les diverses méthodes quand on les appliquera à des chronomètres de types différents. En effet, il est certains esprits disposés à n'accorder qu'une médiocre importance au manque de précision qui ne se traduit pas par de gros chiffres : il en est d'autres qui, tout en pensant que la recherche de la précision n'est jamais inutile, seraient portés à repousser des affirmations trop absolues, dans la crainte que ces affirmations n'inspirassent une fausse confiance.

» Ces doutes fort légitimes ne pourront être résolus que par des applications multipliées, et nous proposons à l'Académie de les recommander; mais dès à présent la méthode préconisée par M. de Magnac nous paraît de beaucoup préférable aux anciennes méthodes employées. Dans les observatoires, elle aura incontestablement les meilleurs résultats. La question

est jugée par les observations de quatre-vingt-onze chronomètres à l'Observatoire de Kiel. La méthode graphique expérimentée à la mer par M. de Magnac dérive de sa méthode de calcul. M. de Magnac l'a éprouvée sur dix-sept chronomètres, pendant dix-neuf cent quatre-vingts jours.

» Nous avons le ferme espoir que les officiers de la Marine française concourront avec empressement à l'étude d'un procédé dont nous attendons les plus heureux résultats, et nous demandons à l'Académie l'insertion du Mémoire de M. de Magnac dans le *Recueil des Savants étrangers.* »

L'Académie a approuvé les conclusions de ce Rapport.

MÉMOIRES LUS.

M. Picot donne lecture d'un Mémoire relatif à l'influence de l'époque de la taille de la vigne sur l'état actuel des vignobles du midi de la France.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

GÉOMÉTRIE. — *Détermination, par le principe de correspondance analytique, de l'ordre d'un lieu géométrique défini par des conditions algébriques.* Note de M. Saltel.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Il n'y a, croyons-nous, que ce seul théorème d'Analyse : *Le résultant de k équations non homogènes et renfermant $(k-1)$ inconnues est une fonction homogène des coefficients de chacune des équations, et dont le degré par rapport aux coefficients de chacune des équations est égal au produit des degrés des équations restantes,* qui permette de trouver, sans éliminations, l'ordre d'un lieu géométrique défini par des conditions algébriques (*); mais, outre que cette méthode ne donne en général, comme nous l'avons constaté sur des *centaines* d'exemples, qu'une limite supérieure, il n'indique pas, lorsqu'on peut l'appliquer avec certitude, de caractères propres à reconnaître ces cas particuliers. Une seconde difficulté se présente dans l'application de ce théorème : il arrive, dans une multitude de problèmes, que les équations qui définissent un lieu ne s'appliquent pas seulement à ce lieu, mais encore

(*) Nous disons qu'un lieu est défini par des conditions algébriques lorsqu'on n'a qu'à effectuer des éliminations entre des équations parfaitement déterminées.

à des *courbes étrangères,* en sorte que le nombre ainsi trouvé, fût-il exact, est la somme des ordres de ces diverses courbes, chacune d'elles pouvant avoir d'ailleurs un certain degré de multiplicité. Comment alors déterminer ces divers degrés de multiplicité? C'est là une question que ce théorème est loin de résoudre et qui, par conséquent, le rend impropre à obtenir le véritable nombre cherché.

» La méthode que nous allons exposer, fondée sur le principe de correspondance analytique, est exempte de tous ces reproches.

I. — Exposition de la méthode.

» Nous ne traiterons aujourd'hui que le cas où le lieu est défini par la variation de *deux* courbes ou surfaces d'ordres m_1, m_2, c'est-à-dire le cas où le lieu est défini par $(r+1)$ équations de la forme

$$(D_1)\quad \begin{cases} (1) & f_1(x, y, a, b, \alpha, \beta, \ldots)^{m_1} = 0, \\ (2) & f_2(x, y, a, b, \alpha, \beta, \ldots)^{m_2} = 0, \\ (3) & f_3(a, b, \alpha, \beta, \ldots) = 0, \\ (4) & f_4(a, b, \alpha, \beta, \ldots) = 0, \\ (5) & f_5(a, b, \alpha, \beta, \ldots) = 0, \\ & \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \end{cases}$$

renfermant les r paramètres arbitraires $a, b, \alpha, \beta, \ldots$ (*).

» 1° *Déterminatíon du degré total des courbes représentées par les équations* (D_1). — Considérons les deux séries de points déterminées sur la droite arbitraire Δ, représentée par $\frac{x}{p} = \frac{y}{q} = \rho$. On a

$$(D_2)\quad \begin{cases} (6) & f_1(p\rho_1, q\rho_1, a, b, \alpha, \beta)^{m_1} = 0, \\ (7) & f_2(p\rho_2, q\rho_2, a, b, \alpha, \beta)^{m_2} = 0, \\ (8) & f_3(a, b, \alpha, \beta) = 0, \\ (9) & f_4(a, b, \alpha, \beta) = 0, \\ (10) & f_5(a, b, \alpha, \beta) = 0. \end{cases}$$

» Si l'on donne à ρ_1 une valeur particulière, les équations (6), (8), (9), (10) constituent un système de quatre équations à quatre inconnues a, b, α, β; à chaque solution de ce système correspondent, en vertu de l'équation (7), m_2 valeurs de ρ_2; donc, si l'on sait *déterminer le nombre des solutions finies communes à un système de r équations à r inconnues,* on saura trouver le

(*) Pour mieux préciser, nous supposerons, dans ce qui suit, $r = 4$.

nombre des points ρ_2 qui correspondent à un point ρ_1, et réciproquement. Or ce dernier problème peut lui-même, ainsi qu'on l'a vu par notre Communication du 15 novembre, être résolu par le principe de correspondance analytique; donc ce principe *seul* suffit pour connaître le nombre μ des points de l'une des deux séries qui correspondent à un point de l'autre.

» Cela posé, s'il arrive, et ce cas se présente en effet très-fréquemment, que le nombre des solutions finies en (a, b, α, β) reste toujours le même, en supposant ρ_1 fini ou infini, l'ordre N cherché sera, conformément au principe de correspondance géométrique entre deux séries de points,

$$N = \mu_1 + \mu_2;$$

dans le cas contraire, il faudra calculer le nombre des valeurs nulles et non nulles des rapports $\frac{\rho_2}{\rho_1}$ ou $\frac{\rho_1}{\rho_2}$, pour ρ_1 infini ou ρ_2 infini.

» Pour cela, on posera d'abord, pour $\rho_1 = \infty$,

$$\lim \frac{\rho_2}{\rho_1} = \rho'_2, \quad \lim \frac{a}{\rho_1} = a', \quad \lim \frac{b}{\rho_1} = b', \quad \lim \frac{\alpha}{\rho_1} = \alpha', \quad \lim \frac{\beta}{\rho_1} = \beta',$$

en sorte que les valeurs de ρ'_2 seront déterminées par les équations

$$(D_3) \quad \begin{cases} (11) & \varphi_1(a', b', \alpha', \beta') = 0, \\ (12) & \varphi_2(\rho'_2, a', b', \alpha', \beta') = 0, \\ (13) & \varphi_3(a', b', \alpha', \beta') = 0, \\ (14) & \varphi_4(a', b', \alpha', \beta') = 0, \\ (15) & \varphi_5(a', b', \alpha', \beta') = 0. \end{cases}$$

» Si les équations (11), (13), (14), (15) ont le même nombre de solutions finies en $(a', b', \alpha', \beta')$ que les équations (6), (8), (9), (10) en (a, b, α, β) (*), on reconnaîtra immédiatement, à l'aide de ces équations et de l'équation (12), combien, parmi les diverses valeurs du rapport $\frac{\rho_2}{\rho_1}$, il y en a qui sont devenues : 1° nulles, 2° finies non nulles, 3° infinies. En opérant de même pour le rapport $\frac{\rho_1}{\rho_2}$, on aura tous les éléments nécessaires pour obtenir, en

(*) A cet égard, disons qu'il serait bien facile de composer *a priori* des équations où nécessairement ce nombre diminuerait, mais nous avons constaté par l'expérience, et c'est là ce qui a constitué le succès de notre méthode, que, dans la multitude de problèmes où nous avons appliqué cette transformation (problèmes dont les énoncés ont été pris arbitrairement dans les divers recueils), ce nombre est resté toujours constant.

appliquant le principe de correspondance analytique, le nombre cherché.

» 2° *Détermination de l'ordre de multiplicité d'un point* O *qui est un point multiple du lieu géométrique.* — Les équations (D_1) se rapportant à des axes coordonnés quelconques, nous pouvons, si (x_0, y_0) sont les coordonnées du point O, en faisant $x_1 = y_1 = 0$, supposer que ce point coïncide avec l'origine. Mais trouver l'ordre de multiplicité de l'origine revient à trouver (en vertu du théorème indiqué dans le *nota* qui termine notre Communication du 15 novembre) le nombre des valeurs nulles et finies des rapports $\frac{\rho_2}{\rho_1}$ ou $\frac{\rho_1}{\rho_2}$ pour ρ_1 ou ρ_2 nuls. On obtiendra ces nombres en suivant une marche toute semblable à celle que nous venons de suivre dans la recherche des diverses valeurs de ces rapports pour ρ_1 ou ρ_2 infinis. Toutefois, il est nécessaire d'ajouter que, si, parmi les valeurs particulières des variables a, b, α, β qui pour ρ_1 nul donnent les valeurs nulles de ρ_2, une ou plusieurs de ces quatre variables ne sont pas nulles, par exemple a, on ne devra pas *évidemment* poser $\frac{a}{\rho_1} = a'$; dans ce cas, il n'y aura aucune substitution à faire relativement à cette variable. La même observation subsiste pour les valeurs de ces variables qui, pour ρ_2 nul, donnent les valeurs nulles de ρ_1.

» 3° *Détermination du degré de multiplicité d'une courbe étrangère* Σ. — Les équations (D_1) définissant le lieu par rapport à des axes arbitraires, on peut toujours modifier facilement les coefficients de manière que l'origine soit un point *arbitraire* de Σ; alors la question est évidemment ramenée à la détermination de l'ordre de multiplicité de ce point; problème que nous venons de résoudre dans le paragraphe précédent.

II. — Applications.

» *On prend, sur une courbe* S *d'ordre* m, *un point* A (a, b); *de ce point comme centre on décrit une circonférence* C, *de rayon constant* d, *qui coupe une courbe fixe* Σ *d'ordre* μ *en un point* B (α, β); *on mène la normale* BI *en ce point à cette courbe; cette droite coupe le cercle* C *en un second point* I *dont on demande l'ordre du lieu, lorsque le point* A *décrit la courbe* S.

» On trouve que le lieu total est d'ordre $4m\mu^2$, et que la courbe Σ est une courbe *étrangère* dont le degré de multiplicité est $4m$; en sorte que le lieu proprement dit est d'ordre $4m\mu(\mu - 1)$. »

GÉOMÉTRIE. — *Note sur un point de Géométrie infinitésimale;* par M. P. SERRET.

(Commissaires : MM. Bonnet, Puiseux.)

« 1. On sait que, si l'on considère, dans une courbe plane quelconque, la ligne diamétrale lieu géométrique du point milieu des cordes parallèles à une direction donnée, la tangente en un point quelconque du diamètre, et les tangentes aux points correspondants de la courbe primitive concourent en un même point. Le tracé géométrique de deux de ces tangentes entraîne donc, en général, le tracé de la troisième; et il n'y a d'exception que pour le cas où les trois sommets du triangle A_1, A_2, T se confondent, comme il arrive au point de rencontre O du diamètre avec la courbe. La détermination de la médiane A_3T de ce triangle évanouissant, ou de la tangente au diamètre en ce point particulier, constitue alors un problème assez délicat, qui a occupé un moment plusieurs géomètres, Maclaurin, Carnot, M. Bertrand, et que l'on peut résoudre très-sûrement par la seule Géométrie, en utilisant d'une manière convenable les lemmes suivants :

» 2. *Lemme I.* — Si A_1A_2, B_1B_2, C_1C_2 désignent trois segments rectilignes parallèles entre eux, on a l'égalité

$$\text{(1)} \qquad \text{surf. } A_1B_1C_1 - \text{surf. } A_2B_2C_2 = 2 \text{ surf. } A_3B_3C_3,$$

A_3, B_3, C_3 désignant les points milieux des segments considérés.

» On voit tout de suite à quelle *composition* de trapèze, deux à deux équivalents, se réduit l'égalité (1), que des considérations empruntées de la Statique rendent d'ailleurs évidente.

» 3. *Lemme II.* — Les inverses des rayons de courbure ρ_1, ρ_2 d'une ligne plane quelconque, considérée en deux de ses points A_1, A_2, et l'inverse du rayon de courbure ρ_3 au point correspondant A_3 de la ligne diamétrale conjuguée à la corde A_1A_2, sont liés par la relation linéaire

$$\text{(2)} \qquad \frac{1}{\rho_1 \sin^3 A_1} - \frac{1}{\rho_2 \sin^3 A_2} = \frac{2}{\rho_3 \sin^3 A_3};$$

$\widehat{A_1}$, $\widehat{A_2}$, $\widehat{A_3}$ désignant les inclinaisons sur la corde $\overline{A_1A_2A_3}$ des tangentes aux points A_1, A_2, A_3 de la courbe proposée et de la ligne diamétrale.

» En effet, si l'on a égard à la formule connue $S = \frac{a.b.c}{4R}$ et que l'on désigne par R_1, R_2, R_3 les rayons des cercles circonscrits aux triangles $A_1B_1C_1$,

$A_2B_2C_2$, $A_3B_3C_3$, la formule (1) pourra s'écrire

$$(1') \qquad \frac{a_1 b_1 c_1}{R_1} - \frac{a_2 b_2 c_2}{R_2} = \frac{2 a_3 b_3 c_3}{R_3}.$$

Et, si l'on conçoit que les cordes variables $B_1 B_3 B_2$, $C_1 C_3 C_2$ se rapprochent indéfiniment de la corde parallèle $A_1 A_3 A_2$, on voit aussitôt que l'on aura à la limite

$$a_1 : a_2 : a_3 = b_1 : b_2 : b_3 = c_1 : c_2 : c_3 = \frac{1}{\sin A_1} : \frac{1}{\sin A_2} : \frac{1}{\sin A_3},$$

$\widehat{A_1}$, $\widehat{A_2}$, $\widehat{A_3}$ étant les angles désignés plus haut. Donc, etc.

» 4. Ces lemmes posés, résolvons l'équation (2) par rapport à $\rho_2 : \rho_1$; il vient

$$\frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{\sin^3 A_1}{\sin^3 A^2} + \frac{2\rho_2 \sin^3 A_1}{\rho_3 \sin^3 A_3},$$

que l'on peut écrire

$$(2') \qquad \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{\sin^3 A_1}{\sin^3 A_2} + \varepsilon^3,$$

en supposant la corde $A_1 A_2$ infiniment petite, et observant : 1° que $\sin^3 A_1$ est alors du troisième ordre; 2° que ρ_3 est fini ou infini, mais ne tend pas vers zéro; 3° que l'angle A_3, droit dans le cercle, ne saurait être infiniment petit dans une courbe quelconque. D'où il suit que le terme qui a été remplacé par ε^3 est infiniment petit du troisième ordre au moins, et du quatrième si ρ_3 devait devenir infini.

» Actuellement, si l'on fait intervenir les angles θ_1 et θ_2 formés avec les tangentes en A_1, A_2 par la droite menée du point milieu A_3 au point de concours de ces tangentes, on pourra, en vertu de l'égalité évidente

$$\frac{\sin A_1}{\sin A_2} = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2},$$

substituer au rapport peu maniable $\sin^3 A_1 : \sin^3 A_2$ le rapport équivalent $\sin^3 \theta_1 : \sin^3 \theta_2$ dont les deux termes, finis, se composeront ensuite beaucoup plus aisément. Écrivant, en effet,

$$(2'') \qquad \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{\sin^3 \theta_1}{\sin^3 \theta_2} + \varepsilon^3,$$

et retranchant l'unité de chacun des deux membres, il vient d'abord

$$\frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_1} = \frac{\sin^3 \theta_2 - \sin^3 \theta_1}{\sin^3 \theta_1} + \varepsilon^3,$$

ou autrement

$$(2''') \qquad \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_1} = (\sin \theta_2 - \sin \theta_1) \frac{\sin^2 \theta_2 + \sin \theta_2 \sin \theta_1 + \sin^2 \theta_1}{\sin^3 \theta_1} + \varepsilon^3.$$

» D'ailleurs, si $d\sigma$ désigne l'angle de contingence relatif à l'arc $A_1OA_2 = ds$ auquel se rapporte déjà la différence $\rho_2 - \rho_1$, ou la différentielle équivalente $d\rho$, on a

$$(N)\quad \theta_1 + \theta_2 = \pi - d\sigma,\quad \theta_2 = \pi - \theta_1 - d\sigma,\quad \theta_2 - \theta_1 = \pi - 2\theta_1 - d\sigma.$$

Droits à la limite, dans le cercle, finis l'un et l'autre dans une courbe quelconque, les angles θ_1 et θ_2 sont donc supplémentaires à la limite; leurs sinus sont alors égaux, et l'on a d'abord

$$(n)\qquad \lim \frac{\sin^2\theta_2 + \sin\theta_2\sin\theta_1 + \sin^2\theta_1}{\sin^3\theta_1} = \frac{3}{\sin\theta}.$$

On a d'ailleurs

$$\sin\theta_2 - \sin\theta_1 = 2\sin\frac{\theta_2 - \theta_1}{2}\cos\frac{\theta_2 + \theta_1}{2} = 2\cos\left(\theta_1 + \frac{d\sigma}{2}\right)\sin\frac{d\sigma}{2},$$

d'où

$$(n')\qquad \lim(\sin\theta_2 - \sin\theta_1) = d\sigma\cos\theta.$$

» D'une autre part

$$(n'')\qquad \lim\frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_1} = \frac{d\rho}{\rho},$$

et toutes les valeurs (n), (n'), (n'') étant reportées dans la formule $(2''')$, on a définitivement

$$(2^{\text{IV}})\qquad \frac{d\rho}{\rho} = d\sigma\cos\theta\,\frac{3}{\sin\theta},$$

ou

$$(x)\qquad \cot\theta = \frac{1}{3}\frac{d\rho}{\rho\, d\sigma} = \frac{1}{3}\frac{d\rho}{ds};$$

c'est la formule donnée par Maclaurin et qu'une analyse régulière, fondée sur le développement de l'x et de l'y d'un point de la courbe en séries ordonnées suivant les puissances ascendantes de l'arc, fournirait aussi, comme on peut le voir dans le Traité de M. Bertrand. On remarquera d'ailleurs que, θ_1 ayant désigné d'abord l'angle de la tangente en A_1 à la courbe proposée avec la tangente A_3 T à la ligne diamétrale $\widehat{A_3 O}$, θ, limite de θ_1, est l'angle des tangentes en O à la courbe proposée et à la ligne diamétrale.

» On n'avait point encore de démonstration géométrique directe de cette formule; celle que l'on vient d'exposer a été donnée récemment. Les difficultés inhérentes au problème se trouvent levées ici, comme on voit, à l'aide du lemme II et par la substitution du rapport $\sin\theta_2 : \sin\theta_1$ au rapport initial $\sin A_2 : \sin A_1$. On sait que Carnot avait résolu la question

par cette formule entièrement erronée, et où ne figurent même que des rapports différentiels du deuxième ordre

$$(x') \qquad \cot \mathrm{T}mn \quad \text{ou} \quad \cot\theta = \frac{dy}{dx} + \frac{d^2x(dx^2+dy^2)}{dx^2(dx\,d^2y - dy\,d^2x)} \quad (*). »$$

GÉOMÉTRIE. — *Note sur les cubiques gauches*; par M. **Appell**.

(Commissaires : MM. Chasles, Bertrand.)

« Un corps solide étant en mouvement, considérons ce corps à un instant quelconque; si à un point p du corps on fait correspondre le plan P mené par ce point perpendiculairement à sa vitesse, et à un plan P le point p de ce plan dont la vitesse est normale au plan, on a le système des plans et de leurs foyers dont les propriétés ont été démontrées par M. Chasles. Considérons, d'autre part, une cubique gauche; si à un point p' on fait correspondre le plan P′ passant par les points de contact des trois plans osculateurs qu'on peut mener de p' à la courbe, et à un plan P′ le point de concours p' des plans osculateurs à la courbe aux trois points où elle est rencontrée par le plan P′, on obtient un système (p'P′), dont les propriétés, analogues à celles du système (pP), ont été étudiées par M. Schröter (*Journal de Crelle*, t. 56.)

» Les propriétés du système (p'P′) se déduisent d'une manière très-simple de cette remarque, que la cubique est une courbe unicursale, et que, si l'on désigne par λ le paramètre en fonction rationnelle duquel on exprime les coordonnées de ses points, les valeurs de $\lambda_1\lambda_2\lambda_3$ de ces paramètres relatives aux trois points où la cubique est rencontrée par un plan passant par un point fixe vérifient une relation de la forme

$$A\lambda_1\lambda_2\lambda_3 + B(\lambda_1\lambda_2 + \lambda_2\lambda_3 + \lambda_3\lambda_1) + C(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3) + D = 0.$$

» Mais je laisse de côté ces considérations pour arriver à l'objet principal de cette Note.

» L'analogie entre les systèmes (pP), (p'P′) conduit à supposer qu'à toute cubique gauche correspond un mouvement hélicoïdal, tel que les deux systèmes coïncident, et de même qu'à tout mouvement hélicoïdal correspondent des cubiques pour lesquelles la coïncidence a lieu. On justifie ces prévisions de la manière suivante.

(*) *Géométrie de position*, p. 479.

» Soit en premier lieu la cubique définie par les équations

$$(1)\qquad \begin{cases} x = \dfrac{A}{\lambda - a} + \dfrac{B}{\lambda - b} + \dfrac{C}{\lambda - c}, \\ y = \dfrac{A'}{\lambda - a} + \dfrac{B'}{\lambda - b} + \dfrac{C'}{\lambda - c}, \\ z = \dfrac{A''}{\lambda - a} + \dfrac{B''}{\lambda - b} + \dfrac{C''}{\lambda - c}. \end{cases}$$

Le plan P′ relatif au point λ de cette cubique est le plan osculateur en ce point :

$$(2)\qquad \begin{cases} [(B'A'' + A'B'')(a - b)(\lambda - c)^3 \\ \quad + (C'B'' - B'C'')(b - c)(\lambda - a)^3 \\ \quad + (A'C'' - C'A'')(c - a)(\lambda - b)^3](X - x) + \ldots = 0. \end{cases}$$

Le mouvement hélicoïdal d'un solide à un instant donné est caractérisé par la vitesse d'un de ses points, la direction de l'axe de rotation et la vitesse angulaire de rotation. Représentons par v_x, v_y, v_z les projections sur les axes de la vitesse V de l'origine, et par p, q, r les composantes suivant les mêmes axes de la vitesse angulaire ω; l'équation du plan P correspondant à un point quelconque (xyz) sera

$$(3)\qquad \begin{cases} (v_x + qz - ry)(X - x) + (v_y + rx - pz)(Y - y) \\ \qquad\qquad + (v_z + py - qx)(Z - z) = 0. \end{cases}$$

Prenons pour point xyz un point de la cubique, l'identification des équations (2) et (3) donne

$$(4)\qquad \begin{cases} v_x = (B'A'' - A'B'')(a - b) + (C'B'' - B'C'')(b - c) + (A'C'' - C'A'')(c - a), \\ v_y = (B''A - A''B)(a - b) + (C''B - B''C)(b - c) + (A''C - C''A)(c - a), \\ v_z = (B\,A' - A\,B')(a - b) + (C\,B' - B\,C')(b - c) + (A\,C' - C\,A')(c - a), \\ p = A\,(b - c)^2 + B\,(c - a)^2 + C\,(a - b)^2, \\ q = A'(b - c)^2 + B'(c - a)^2 + C'(a - b)^2, \\ r = A''(b - c)^2 + B''(c - a)^2 + C''(a - b)^2. \end{cases}$$

» Ces relations définissent un mouvement hélicoïdal, tel que les systèmes (pP), $(p'P')$ coïncident pour tous les points de la cubique, et par conséquent pour tous les points de l'espace.

» Cherchons maintenant les diverses cubiques qui correspondent à un mouvement hélicoïdal donné. Pour simplifier les calculs, nous prendrons pour axe des z l'axe du mouvement hélicoïdal. Soient V la vitesse de translation et Ω la vitesse de rotation.

» Considérons une courbe quelconque C et la tangente MT au point M de cette courbe; la condition

$$(5)\qquad \frac{V}{\Omega}dz = y\,dx - x\,dy,$$

qui exprime que la vitesse du point M est perpendiculaire à la tangente MT, exprime en même temps que la direction de cette vitesse coïncide avec la normale au plan osculateur en M. Il faut donc déterminer les cubiques qui vérifient la condition (5).

» Soient

$$(6)\quad x = \frac{A}{\lambda - a} + \frac{B}{\lambda - b} + \frac{C}{\lambda - c} + x_0,\quad y = \frac{A'}{\lambda - a} + \frac{B'}{\lambda - b} + \frac{C'}{\lambda - c} + y_0$$

les équations de la projection de l'une des cubiques sur le plan des xy.

» En substituant ces valeurs dans la relation (5), on a, pour déterminer z, l'équation

$$\frac{V}{\Omega}\frac{dz}{d\lambda} = y_0\frac{dx}{d\lambda} - x_0\frac{dy}{d\lambda} + \frac{BA' - AB'}{(\lambda - a)^2(\lambda - b)^2}(a - b) + \frac{CB' - BC'}{(\lambda - b)^2(\lambda - c)^2}(b - c) + \frac{AC' - CA'}{(\lambda - c)^2(\lambda - a)^2}(c - a).$$

» Les fractions rationnelles étant décomposées en fractions simples, on pourra intégrer; mais, comme z doit être fonction rationnelle de λ, il faut que, après cette décomposition, les coefficients de $\frac{1}{\lambda - a}$, $\frac{1}{\lambda - b}$, $\frac{1}{\lambda - c}$ soient nuls, ce qui donne

$$(7)\qquad \frac{AB' - BA'}{(a - b)^2} = \frac{BC' - CB'}{(b - c)^2} = \frac{CA' - AC'}{(c - a)^2} = \rho,$$

équations qui expriment que la projection de la cubique sur le plan des xy a ses points d'inflexion à l'infini. Ces conditions étant supposées remplies, on a, en appelant ρ la valeur commune des rapports (7),

$$\frac{V}{\Omega}(z - z_0) = xy_0 - yx_0 - \rho\left(\frac{b - c}{\lambda - a} + \frac{c - a}{\lambda - b} + \frac{a - b}{\lambda - c}\right).$$

» On a ainsi toutes les cubiques correspondant au mouvement hélicoïdal donné. »

PHYSIOLOGIE. — *Des conditions physiologiques qui influent sur les caractères de l'excitation unipolaire des nerfs, pendant et après le passage du courant de pile;* par M. A. CHAUVEAU.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« J'ai comparé, dans quatre cas particuliers, sur la Grenouille prise en saison d'été, les contractions de fermeture et d'ouverture produites par l'excitation unipolaire pratiquée médiatement avec des électrodes impolarisables : premier cas, système nerveux absolument intact; deuxième cas, moelle épinière séparée de l'encéphale; troisième cas, moelle détruite; quatrième cas, nerf coupé au-dessus du point d'application de l'électrode. Mes études sur les Mammifères se sont bornées, jusqu'à présent, à l'excitation médiate du facial dans le cas d'intégrité absolue du système nerveux. Voici les conclusions de ces nouvelles recherches :

» 1° Quatre types de contractions peuvent se manifester pendant le passage du courant : 1° *type initial,* où l'effet du courant n'est marqué que par une contraction plus ou moins instantanée, coïncidant avec le moment même de la fermeture du circuit; 2° *type instantané continu,* dans lequel une contraction initiale, plus ou moins semblable à celle du premier type, est suivie, tôt ou tard, d'une tétanisation généralement irrégulière et imparfaite; 3° *type continu décroissant,* où la tétanisation, obtenue d'emblée, décroît ensuite, tantôt avec lenteur, tantôt avec une certaine brusquerie; 4° *type continu permanent,* avec tétanos franc se prolongeant pendant toute la durée du passage.

» 2° Quand le système nerveux n'a pas subi de mutilation et ne présente pas encore trace de la fatigue due aux excitations, généralement les contractions positives produites par le passage du courant affectent le type initial, avec les excitations faibles, et le type continu plus ou moins permanent, avec les excitations très-fortes. Les courants moyens provoquent des contractions qui appartiennent aux types intermédiaires. C'est avec ces derniers courants que le pôle négatif paraît avoir la plus grande aptitude à provoquer la tétanisation.

» 3° Dans ces mêmes conditions physiologiques types, la contraction d'ouverture présente une tendance marquée à paraître tardivement.

» 4° Un caractère fort remarquable distingue les tracés pris dans ces conditions pleinement physiologiques, pendant la période d'interruption du courant. Ces tracés montrent que le muscle tend à conserver alors une

partie plus ou moins notable du raccourcissement qui lui a été imprimé par le passage du courant. Cette tendance est déjà indiquée dans le tracé des contractions produites par les excitations très-faibles, positives ou négatives; mais elle se manifeste surtout quand les fortes excitations positives déterminent la tétanisation.

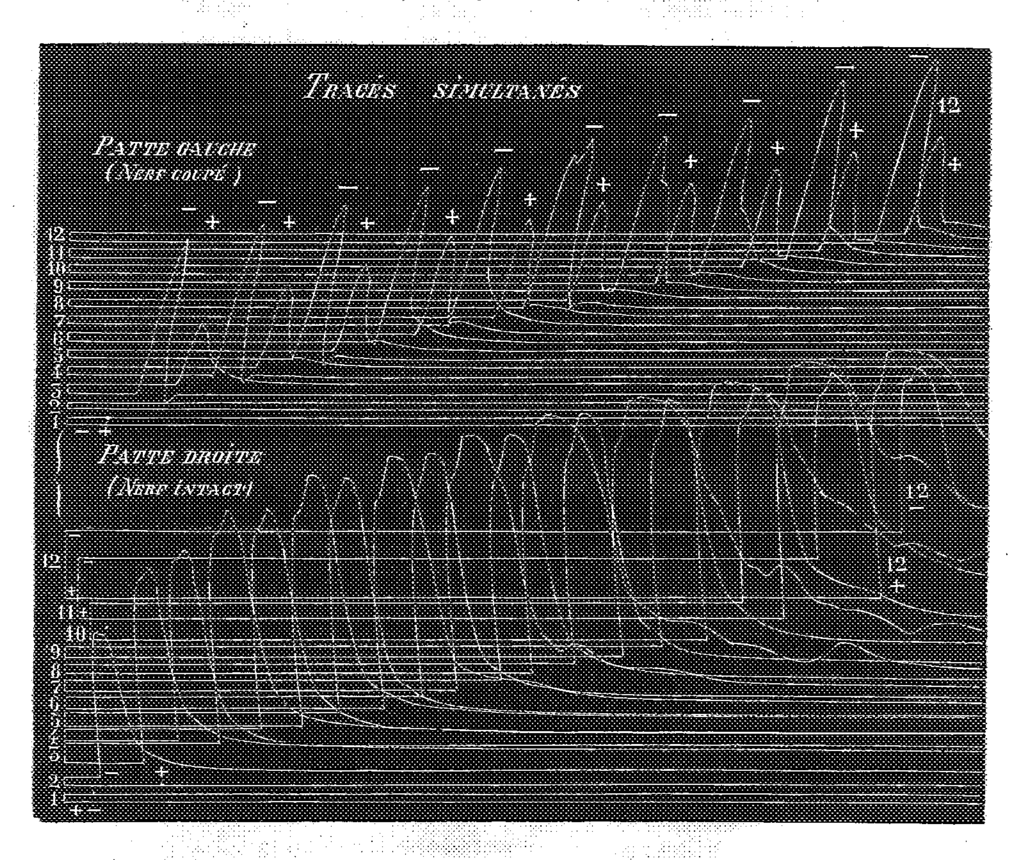
» 5° Quand la moelle vient d'être séparée de l'encéphale, les phénomènes de l'excitation unipolaire ressemblent à ceux du cas précédent, sauf en un point : on voit disparaître presque complétement la persistance du raccourcissement musculaire pendant la période où le courant est ouvert. Dans les tracés, la chute de la courbe de la contraction, après l'ouverture, est plus rapide, quelquefois tout à fait brusque. Cette chute ramène la courbe si près de l'axe des abscisses (celui-ci répondant au zéro du raccourcissement), qu'elle se confond presque avec lui, tandis que, dans le premier cas, elle est encore placée au-dessus, au moment où la révolution de l'appareil enregistreur amène une nouvelle excitation. La comparaison des deux tracés de la figure ci-jointe fait nettement ressortir cette importante différence.

» 6° Si la moelle est coupée depuis un certain temps et le nerf déjà fatigué, la contraction de fermeture prend le caractère franchement initial plus ou moins instantané, même avec les fortes excitations positives. En dehors du début de la fermeture et de l'ouverture, la courbe des contractions est donc une droite se confondant avec l'axe des abscisses, droite sur laquelle la contraction de la fermeture et celle de l'ouverture, si elle existe, apparaissent sous forme de saillies plus ou moins accentuées.

» 7° Ce dernier caractère se manifeste presque d'emblée quand la moelle vient d'être détruite; mais, sur certains sujets, on peut encore observer dans ce cas, au début, pendant une période très-courte, il est vrai, la tétanisation produite avec les courants forts par l'application du pôle positif. A ce moment, l'accroissement de grandeur et de durée des contractions positives s'observe quand le courant augmente, presque aussi nettement qu'à l'état normal. Plus tard, l'augmentation du courant devient impuissante à modifier sensiblement les contractions. Positives ou négatives, fortes ou faibles, celles-ci présentent toutes les mêmes caractères de grandeur et de durée, sauf les toutes premières, où la supériorité de l'excitation négative est franchement conservée.

» 8° La section simple du nerf exerce une action perturbatrice non moins marquée et de même sens que celle de l'écrasement de la moelle

épinière; mais les deux actions diffèrent en ce que la première, si la section du nerf a été faite avant toute application préalable de courants, donne d'abord lieu passagèrement à une remarquable inversion dans l'activité des pôles : c'est avec l'excitation négative seule qu'on obtient alors la contraction d'ouverture, et ce phénomène coïncide avec la conservation permanente de la supériorité de cette excitation négative au moment de la fermeture. (Voir le tracé de la patte gauche.)



» 9° Chez les Mammifères, la tétanisation est bien plus facilement et plus complétement provoquée que sur la Grenouille. On l'obtient, en effet, fort belle par l'excitation négative au moyen de courants faibles, même avec deux petits couples Daniell seulement, si l'on emploie des électrodes peu résistantes. Des courants un peu plus forts produisent cette tétanisation à peu près également dans le cas d'excitation négative ou positive. Enfin un accroissement suffisant du courant, en faisant disparaître presque absolument la tétanisation avec l'excitation négative, donne à celle qu'en-

gendre l'excitation positive un caractère de solidité permanente tout à fait remarquable. La tendance à la persistance du raccourcissement musculaire, après le passage du courant, existe aussi chez les Mammifères, mais beaucoup moins accentuée que chez la Grenouille. »

ZOOLOGIE. — *Sur un Amphipode* (Urothoe marinus) *commensal de l'*Echinocardium cordatum; par M. A. GIARD.

« La plage de sable qui s'étend entre Wimereux et Ambleteuse présente, en abondance, l'*Echinocardium cordatum*, désigné par les pêcheurs sous le nom d'*œuf de grisard*. Le Dr Robertson nous a donné quelques détails sur le genre de vie de ce Spatangue (1); mais ces renseignements sont incomplets et même parfois inexacts. L'Oursin vit dans le sable à une profondeur de 15 à 20 centimètres; il est en communication avec la surface du sol par deux conduits de l'épaisseur d'une plume, dont l'un aboutit au point central de l'étoile ambulacraire, et l'autre à l'ouverture anale. Ce deuxième conduit n'a pas été signalé par le Dr Robertson, qui croit que le sable introduit dans la cavité digestive de l'animal doit être dégorgé par la bouche après avoir servi à la nutrition, grâce aux matières organisées qu'il renferme. L'ouverture du tube anal est parfaitement circulaire; celle du tube apical est irrégulièrement trilobée. L'eau pénètre par ce dernier tube qui renferme les longs filaments contractiles (*locomotive feet, ringer wormlike suckers*) dont le mouvement entraîne les particules alimentaires vers la bouche, par le sillon antérieur. Une partie de l'eau entre par la plaque madréporique dans la cavité générale et le système aquifère. Le conduit anal sert à la sortie du sable qui a traversé le tube digestif. Ce conduit est parcouru par un courant d'eau dont l'existence est difficile à expliquer, puisqu'il n'existe dans le voisinage de l'anus aucune ouverture appartenant soit à la cavité du corps, soit au système aquifère. L'eau rejetée par le tube anal provient donc de l'appareil digestif. L'intestin, gonflé de sable et d'une minceur extrême, renferme des fibres musculaires assez puissantes à la partie antérieure, mais qui vont en diminuant graduellement vers la partie postérieure; je crois que l'expulsion du sable ne peut être attribuée uniquement à ces fibres et qu'un rôle important appartient à l'organe découvert par Hoffmann et nommé par lui *organe contourné* (*gewundenes Organ*). Cet organe agit comme un canal de dérivation :

(1) Voir *Quarterly J. microscop. Science*, t. XI, p. 25.

il reçoit l'eau contenue dans le sable de l'intestin antérieur; puis, grâce au jeu de la membrane buccale et à la contraction des muscles de la première partie du tube digestif, il porte cette eau dans la portion terminale de l'appareil, où elle vient chasser devant elle et entraîner au dehors les matières amassées dans l'intestin postérieur. Ainsi s'expliqueraient le courant anal et la lente réjection du sable absorbé; on comprend aussi pourquoi il ne se produit pas de tortillon, comme chez l'Arénicole.

» La cavité dans laquelle est logée l'*Echinocardium* est tapissée par une sécrétion glutineuse qu'avait parfaitement remarquée le Dr Robertson. En dégageant l'Oursin avec précaution, on trouve presque constamment, dans la gangue sablonneuse cimentée par ce mucus, trois ou quatre petits Crustacés dont l'aspect extérieur fait songer immédiatement aux *Hyperia*, les commensaux ordinaires du *Rhizostoma Cuvieri*. Un examen plus attentif me conduisit bientôt à reconnaître que ces Crustacés appartiennent au genre *Urothoe* Dana, et même très-probablement à l'espèce britannique décrite par Spence-Bate sous le nom d'*U. marinus;* les divergences portent sur des caractères tout à fait secondaires et peuvent être attribuées à une observation moins complète que les miennes. Je dois cependant signaler une particularité importante qui a échappé aux savants auteurs de l'*History of British sessile-eyet Crustacea* : c'est que l'*U. marinus* présente un dimorphisme sexuel très-accentué. Le caractère le plus saillant du sexe mâle est la longueur des antennes inférieures, qui dépassent de beaucoup les supérieures. On sait que c'est principalement un caractère de même nature qui distingue les *Hyperia* mâles (*Lestrigonus*) de leurs femelles. Cette particularité, jointe à plusieurs autres analogies tirées de l'étude anatomique, vient appuyer la prévision de Westwood, qui, d'après les recherches de Spence-Bate sur le développement de certains *Hyperina,* inclinait à penser que l'on pourrait peut-être établir une connexion plus intime entre ces animaux et la sous-famille des *Phoxides*, à laquelle appartiennent les *Urothoe*.

» Parmi les espèces du genre *Urothoe* figurées par Spence-Bate, les unes présentent des antennes inférieures assez courtes; chez les autres, au contraire, les mêmes organes ont une longueur considérable. Pour la plupart de ces espèces, les descriptions ont été faites d'après un très-petit nombre d'exemplaires; il est donc permis de présumer que les différences dont nous venons de parler sont de simples caractères sexuels, et qu'un sexe seulement a été décrit pour chacun des types connus. Si l'on admet cette opinion, *Urothoe Bairdii* et *Urothoe elegans* doivent être considérés comme représentant des individus mâles; *Urothoe brevicornis* et *Urothoe marinus*

sont, au contraire, figurés d'après le sexe femelle. Le fait est certain, au moins pour l'*U. marinus*. Il n'est pas sans intérêt d'ajouter que, parmi les exemplaires d'*U. marinus* envoyés aux auteurs des *Crustacés d'Angleterre*, quelques-uns venaient de Cumbræ, où ils avaient été recueillis par le Dr Robertson, l'habile zoologiste qui, comme nous l'avons dit, a fait des recherches sur les mœurs de l'*Echinocardium* dans cette même localité. D'autres avaient été trouvés à Macduff, dans l'estomac d'une Merluche. Or, A. Agassiz nous apprend que les grands poissons du genre *Gadus* sont de forts mangeurs d'Oursins. Ces anciennes observations viennent ainsi vérifier, d'une façon indirecte, la constatation faite par nous du commensalisme de l'*Urothoe*. »

M. **Weichold**, professeur à Zittau, envoie une solution du cas irréductible des équations du troisième degré, ramenée à la détermination du plus grand commun diviseur entre deux quantités compliquées d'imaginaires, ou entre une de celles-ci et une quantité réelle.

(Commissaires : MM. Hermite, Puiseux, Bouquet.)

M. G. **Colin** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire sur les variations de température des parties superficielles du corps.

(Commissaires : MM. Milne Edwards, Bouley.)

M. L. **Paget** adresse, par l'entremise de M. Le Verrier, un Mémoire portant pour titre : « Interpolation, binôme de Newton, lois de Kepler ».

(Commissaires : MM. Le Verrier, de Tessan, Jurien de la Gravière.)

M. Ch. **Brame** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire sur les influences perturbatrices des masses voisines, pour changer la forme et la disposition des cristaux.

(Commissaires : MM. Pasteur, Daubrée, Des Cloizeaux.)

M. B. **Constant** adresse une Note relative à une modification des pompes Giffard.

(Renvoi à l'examen de M. Tresca.)

M. **Déclat** adresse une Note relative à l'emploi du salicylate de fer, pour remplacer le perchlorure de fer en médecine et en chirurgie.

(Renvoi à l'examen de M. Bouillaud.)

M. J. **Barré** adresse une Note relative à la métallurgie du cuivre.

(Renvoi à l'examen de M. Daubrée.)

M. L. **Hugo** adresse une Note relative à la géométrie des vases chinois et japonais.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Fua** adresse une Note relative à ses précédents Mémoires sur un procédé destiné à prévenir les explosions de grisou.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. L.-J. **Ganne** adresse un Mémoire sur la distribution et la marche de l'électricité dans les aimants artificiels.

(Commissaires : MM. Edm. Becquerel, Jamin, du Moncel.)

M. J. **Vignancour** adresse une Note relative aux mesures qui pourraient être prises par l'État pour conjurer la propagation du Phylloxera.

Suivant l'auteur, le moyen consisterait dans la promulgation d'une loi d'après laquelle l'État, prenant l'initiative de la destruction du Phylloxera, subviendrait aux dépenses de traitement des vignes phylloxérées, au moyen d'un crédit spécial, crédit qui devrait être couvert par un impôt provisoire sur tous les terrains plantés en vignes.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

MM. A. **Jouvin**, J. **Damagnez** adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de la Guerre** informe l'Académie que MM. *Faye* et *Chasles* sont désignés pour faire partie du Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique, au titre de l'Académie des Sciences.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le « Compte rendu des travaux du laboratoire de M. *Marey*, pendant l'année 1875 » ;

2° L'« Annuaire météorologique et agricole de l'Observatoire de Montsouris, pour l'an 1876 ».

MM. **G. Darboux**, **E. Mascart**, **Manuel**, **P. Rigaud**, **Perrotin**, **Bescherelle**, **Bergeron** et **L'Hote**, **Martin Saint-Ange**, **E. Hardy**, **Magitot**, **A. Herrgott**, **A. Chauveau**, **A. Borius** adressent des remercîments à l'Académie pour les distinctions qui leur ont été accordées dans la dernière séance publique.

M. **A. Roullier** informe l'Académie qu'il est l'auteur du Mémoire portant pour épigraphe « *Nil humani alienum puto* », auquel une mention a été décernée dans le Concours de Statistique.

ASTRONOMIE. — *Éléments elliptiques de la planète* (157) *Déjanire, et éphéméride calculée;* par **M. F. Stephan**.

« Les éléments ont été calculés au moyen des observations des 1, 14 et 26 décembre 1875, faites à Marseille.

T = 1875, décembre 26,448.03. (Temps moyen de Greenwich).

$$M_0 = 339°.50'.18'',3$$
$$\left.\begin{array}{l}\varpi = 109.12.26,3 \\ \Omega = 62.24.52,7 \\ i = 11.49.47,2\end{array}\right\} \text{Équinoxe moyen de } 1875,0.$$
$$\varphi = 12.42.10,3$$
$$\log a = 0,412570$$
$$\mu = 853'',392$$

Éphéméride (*positions rapportées à l'équinoxe vrai de la date*). — o heure, temps moyen de Greenwich.

	Asc. droite.	Distance polaire.	log Δ.
	h m s	° '	
1875. Janv. 1........	3.53.36	63.40,4	0,0819
2........	3.53. 9	63.36,3	
3........	3.52.45	63.32,1	0,0863
4........	3.52.24	63.28,0	
5........	3.52. 5	62.24,0	0,0910
6........	3.51.43	63.19,7	
7........	3.51.34	63.15,6	0,0958
8........	3.51.22	63.11,5	
9........	3.51.13	63. 7,3	0,0108

» L'approche de la Lune rend inutile un développement plus étendu

de l'éphéméride; en outre, cette planète étant déjà très-faible (14^e-15^e grandeur) et diminuant d'éclat avec rapidité, il est extrêmement probable qu'elle ne sera plus observable dans le cours de la prochaine lunaison.

Observations de la planète (157) Déjanire, faites à Marseille.

Dates. 1875.	Heure de l'obs. Temps moyen de Marseille.	Ascension droite apparente.	log. f. p.	Distance polaire apparente.	log. f. p.	Étoiles de comp.	Observ^r.
	h m s	h m s		° ′ ″			
Déc. 26..	11.16.30	3.56.47,00	$+\bar{1},309$	64. 3.25,7	−0,4628	*a*	Stephan.
27..	8.42.47	3.56.11,60	$-\bar{1},020$	63.59.49,2	−0,4304	*b*	Borrelly.
28..	7.52.17	3.55.35,30	$-\bar{1},294$	63.55.46,8	−0,4573	*b*	»

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1875,0.

	Ascension droite.	Distance polaire.	Autorités.
	h m s	° ′ ″	
7547-7548 Lalande...	3.58.29,69	64. 7.46,6	Cat. Lal. et comp. avec 1196 W.
1196 W. H. III (N. C.).	3.57.11,58	64. 8.44,1	Cat. W.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Recherches sur la loi de transmission par l'atmosphère terrestre des radiations calorifiques du Soleil.* Note de M. A. Crova, présentée par M. Balard.

« Dans une Communication précédente (1), j'ai donné un aperçu de la méthode d'observation que j'emploie pour mesurer l'effet calorifique des radiations solaires. Il est facile d'en déduire les coefficients de transmission et une appréciation approximative de la constante solaire.

» Je trace les courbes horaires des calories reçues par minute et par centimètre carré; elles ne sont pas, en général, symétriques par rapport à l'ordonnée qui passe par le midi vrai; mais, plus ou moins tourmentées dans la matinée, elles prennent une allure plus régulière dans l'après-midi; ces variations dépendent essentiellement de l'état hygrométrique. En général, leur tangente au midi vrai s'incline vers l'après-midi, et les courbes présentent une chute plus rapide de ce côté.

» Leur examen permet de choisir les séries les plus régulières, et de tracer les courbes des calories en fonction des épaisseurs atmosphériques.

» Pouillet a fait usage dans ce but de la formule de Lambert, qui donne le trajet géométrique des rayons et non la masse d'air traversée. L'emploi de cette formule l'a conduit à la loi logarithmique qui, comme l'a fait re-

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXI, p. 1205.

marquer M. Forbes (1), est le résultat d'une compensation fortuite, due à ce que les épaisseurs ainsi calculées sont trop faibles pour des valeurs un peu considérables de la distance zénithale. M. Forbes a fait usage de la loi des sécantes, suffisante pour des distances zénithales inférieures à 70 degrés. J'ai préféré me servir de la formule de Bouguer (2) et de celle que l'on déduit de la formule de Laplace (3), qui, quoique obtenues par des méthodes très-différentes, conduisent à des résultats identiques, quelle que soit la distance zénithale.

» En menant les tangentes aux courbes ainsi tracées, on pourra mesurer les sous-tangentes et en déduire les coefficients de transmission.

» En effet, quelle que soit la loi cherchée, à une variation infiniment petite de l'épaisseur correspondra une variation infiniment petite de la chaleur reçue, qui obéira à la loi logarithmique de Pouillet; car la composition du faisceau incident et l'état atmosphérique n'auront subi, entre ces limites, que des changements négligeables. Les courbes tracées se composeront donc d'une infinité d'arcs de logarithmiques, dont les coefficients varient d'une manière continue et dont elle est l'enveloppe.

» Or les sous-tangentes, au lieu d'être constantes, comme l'exigerait l'hypothèse d'un coefficient constant de transmission, vont en croissant avec les épaisseurs atmosphériques, et j'ai constaté que, dans les séries les plus remarquables par leur netteté, les distances des pieds des sous-tangentes consécutives, correspondant à des épaisseurs croissant en progression arithmétique, sont constantes.

» Il est facile de déduire de cette particularité la nature de la courbe.

» Soient x l'épaisseur atmosphérique, y la chaleur reçue, et s la sous-tangente. On a $s = c + mx$. L'équation différentielle de la courbe cherchée sera donc

$$\frac{y}{\frac{dy}{dx}} = -(c + mx),$$

et, en intégrant,

$$y^m = \frac{A}{c + mx}.$$

Les constantes c et m sont données par les positions des pieds des sous-

(1) *Philosophical Transactions*; 1842, Part II, p. 225.

(2) *Traité d'Optique sur la gradation de la lumière*. Paris, 1760, p. 323-333.

(3) LAPLACE, *Mécanique céleste*, t. IV, p. 316. Notes de Bowditch dans sa traduction de la *Mécanique céleste*.

tangentes; A se déduit des valeurs de y, en prenant la moyenne des valeurs très-sensiblement concordantes de $y^m (c + mx)$.

» L'équation ci-dessus peut comprendre, comme cas particulier, la logarithmique de Pouillet, si, dans l'équation différentielle de la courbe, on a $m = 0$. Les courbes ont pour asymptote l'axe des x; par conséquent la chaleur transmise devient nulle pour une épaisseur infinie.

» La constante solaire est

$$\sqrt[m]{\frac{A}{c}}.$$

» Soit T le coefficient de transmission correspondant à une épaisseur x; nous aurons

$$L.T = \frac{1}{s} = \frac{1}{c + mx}, \quad T = e^{\frac{1}{c+mx}},$$

équation d'une logarithmique qui a pour asymptote une droite menée parallèlement à l'axe des x, à une distance égale à l'unité, et dont l'ordonnée à l'origine est $e^{\frac{1}{c}}$.

» Le coefficient de transmission varie donc, entre une valeur minima $e^{\frac{1}{c}}$, qui représente la transmissibilité des rayons à travers une épaisseur atmosphérique, alors qu'ils n'ont encore subi aucun affaiblissement par une transmission antérieure, et un maximum égal à l'unité, qui correspond au cas où, les rayons ayant traversé une épaisseur d'air infiniment grande, leur intensité tend vers zéro, et où leur transmission a lieu sans perte. Mais c'est là un cas limite qui n'est jamais réalisé, tandis que les formules de Forbes conduisent à une transmission intégrale pour une quantité de chaleur bien supérieure à zéro.

» L'inégale transmissibilité des radiations calorifiques du Soleil, à travers une épaisseur constante d'eau, a, du reste, été constatée et mesurée aux diverses heures de la journée par M. Desains (1).

» Mes séries d'observations vérifient les formules précédentes avec une grande exactitude. Je me bornerai à citer deux exemples. Dans les formules suivantes, pour la commodité des calculs, y représente des dixièmes de calories reçues, par minute, sur 1 centimètre carré.

» 8 *janvier* 1875. — Montpellier, près du Jardin des Plantes,

$$y^{0,85} = \frac{41,5}{3,4 + 0,85x}. \quad \text{Constante solaire} = 18,98 = 1^{\text{cal}},898.$$

(1) *Comptes rendus*, t. LXIX, p. 1133, et t. LXXVIII, p. 1455.

» Coefficients de transmission après que les rayons ont traversé un nombre d'épaisseur atmosphérique égal à

0	1	2	3	4	5	6
0,74	0,79	0,82	0,84	0,86	0,87	0,89

» *5 octobre* 1875. — Palavas, au bord de la mer,

$$y^{2,1} = \frac{80,5}{1,3 - 2,1x}. \quad \text{Constante solaire} = 21,33 = 2^{\text{cal}},133$$

» *Série de Pouillet*, du 4 mai 1838,

$$y^{0,2} = \frac{6,03}{3,4 + 0,2x}. \quad \text{Constante solaire} = 17,33 = 1^{\text{cal}},733.$$

» Des recherches qui précèdent je crois pouvoir conclure :

» 1° Que la loi de l'intensité de la chaleur solaire, en fonction de l'épaisseur atmosphérique, est représentée par la formule hyperbolique $y^m(c + mx) = \text{const.}$;

» Que la chaleur reçue normalement aux limites de l'atmosphère doit peu différer de 2 calories par minute et par centimètre carré;

» Que le coefficient de transmission croît avec l'épaisseur atmosphérique, depuis une valeur initiale qui, dans mes séries, est descendue quelquefois à 0,45, et tend vers l'unité, quand l'épaisseur déjà trouvée tend vers l'infini. »

PHYSIQUE. — *Sur les phénomènes d'induction.* Note de M. **Mouton**, présentée par M. Desains.

« Les études expérimentales et les théories que l'on a faites sur les phénomènes d'induction ont porté généralement sur un fil induit fermé en circuit; l'électricité mise en mouvement se transportait d'une extrémité à l'autre, soit par le fil d'un galvanomètre ou d'une spirale magnétisante, soit à travers l'air, sous la forme complexe de l'étincelle.

» On peut se demander dans quel état électrique relatif le phénomène de l'induction porte les deux extrémités du fil induit d'une bobine, lorsque l'on n'établit entre elles aucune communication métallique et qu'on les maintient à une distance trop grande pour que l'étincelle puisse la franchir.

» Je me suis servi, dans ce but, d'un grand électromètre à cadran de Thomson; l'aiguille était maintenue chargée par sa communication avec l'un des pôles d'une pile ouverte et les deux couples de cadrans se trou-

vaient, en temps convenable, reliés aux extrémités du fil induit par l'intermédiaire d'un condensateur à lame d'air. Si, se bornant au cas de la rupture du courant inducteur, on imagine un système de commutateur mettant, en même temps qu'il produit cette rupture, les extrémités du fil induit en communication avec les cadrans de l'électromètre, voici ce que l'on observe.

» Si la durée de cette communication, commençant avec l'interruption, dépasse un temps que je n'ai pas cherché à apprécier rigoureusement, mais qui est bien inférieur à $\frac{1}{1000}$ de seconde, le condensateur ne se charge pas et l'aiguille de l'électromètre reste immobile.

» Si, comme je l'ai fait, on ramène la durée de cette communication à une valeur bien moindre que $\frac{1}{20000}$ de seconde, on constate des charges absolument différentes, selon l'instant où s'est produit ce rapide contact, et l'on peut ainsi étudier, de moins de $\frac{1}{20000}$ en $\frac{1}{20000}$ de seconde, la différence de potentiel que présentent les extrémités du fil induit.

» Voici quelle est alors la succession des phénomènes que j'ai observés :

» Prenons les temps pour abscisses, l'origine étant à la rupture métallique du courant inducteur, et les différences de potentiel ou, ce qui revient au même, les déviations de l'aiguille comme ordonnées.

» Au temps zéro, la différence de potentiel est nulle, puis elle croît régulièrement, et atteint vers $\frac{1}{10000}$ de seconde un maximum que l'on peut maintenir remarquablement fixe; elle décroît ensuite régulièrement et redevient nulle; mais le phénomène ne s'arrête pas là. Si l'on continue l'exploration, la différence de potentiel change de signe, l'extrémité positive est devenue négative et réciproquement; un nouveau maximum en sens inverse se trouve atteint, puis retour au zéro, puis nouveau changement de signe, etc. J'ai compté ainsi jusqu'à 30 oscillations. Les premières m'ont toujours paru plus longues, en même temps que plus intenses; elles paraissent tendre rapidement vers l'isochronisme. Je demande néanmoins à faire une réserve sur cette question de la durée des oscillations, qu'un commutateur spécial me permettra bientôt, je l'espère, de fixer.

» Pour ce qui est des intensités, les résultats sont très-nets. Je vais en donner un exemple.

» Le courant inducteur étant fourni par un seul élément Daniell à eau et à sulfate de cuivre, la bobine inductrice ne présentant qu'une épaisseur de fil et la bobine induite 10 000 tours d'un fil de $\frac{1}{3}$ de millimètre de diamètre, le premier et le second maximum ont atteint une différence de potentiel égale à 80 éléments Daniell, se traduisant par une

déviation de 350 divisions de l'aiguille de l'électromètre, que j'ai dû rendre à dessein fort peu sensible. Le vingtième maximum atteint encore 160 divisions.

» Le phénomène oscillatoire a été signalé pour la première fois par M. Blaserna; il a été mesuré avec plus de soin, mais toujours seulement au point de vue de sa durée, par M. Bernstein, ces deux physiciens lançant pendant un temps très-court le courant induit dans un galvanomètre.

» J'étudie le phénomène dans son ensemble, à un point de vue purement statique, sans le troubler, et j'obtiens une fixité et une intensité d'effets qui me permettent de tracer, point par point, la courbe qui le représente. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Recherches sur le rôle des acides dans la teinture avec l'alizarine et ses congénères;* par M. **A. Rosenstiehl.**

« J'ai montré, dans une précédente Note, que l'on obtient en teinture les meilleurs résultats avec l'alizarine et la purpurine, en mettant dans le bain équivalents égaux de ces matières et de chaux à l'état de bicarbonate soluble. En continuant mes recherches sur ce sujet, j'ai observé différents faits qui se rapportent aux fonctions chimiques de ces matières tinctoriales.

» **1.** Quand on monte un bain de teinture avec de l'eau contenant du bicarbonate de calcium, il se produit, dès que la température s'élève, une action chimique entre ce sel et la matière colorante, dont le résultat est la formation d'une laque calcaire insoluble, qui ne concourt plus à la teinture. Des essais comparatifs m'ont fait voir que la perte est, dans les meilleures conditions, de $\frac{1}{5}$ de la matière colorante.

» Dans le travail précité, j'ai dit que l'acide carbonique décompose rapidement la laque calcaire d'alizarine, qu'il agit plus lentement sur celle de la purpurine, mais que, par sa présence, il retarde de beaucoup la formation de cette dernière laque. Il résulte de cette observation que l'on doit éviter les pertes si l'on fait passer dans le bain un courant continu d'acide carbonique. C'est ce que l'expérience a confirmé : en présence de l'acide carbonique, la formation des laques calcaires est entravée, le bain s'épuise totalement et les couleurs que l'on obtient sont notablement plus intenses.

» **2.** Après avoir constaté l'heureux effet de l'acide carbonique par des essais en petit, j'ai tenu à les répéter en opérant sur des quantités 100 à 200 fois plus grandes, pour me rapprocher des conditions du travail

industriel. Au lieu de teindre 4 décimètres carrés d'étoffe dans $\frac{1}{2}$ litre d'eau, j'ai teint des coupes de 25 mètres dans 50 litres d'eau. Le résultat de ces expériences a été bien différent de ce que j'avais obtenu précédemment; c'est-à-dire que je n'ai constaté d'effet utile par l'emploi de l'acide carbonique que dans le cas où la quantité de carbonate de calcium est notablement trop forte, et j'ai dû conclure qu'en opérant en grand on ne s'expose pas aux mêmes pertes qu'en travaillant en petit, quoique dans les deux cas on ait teint avec les mêmes matières, employées dans les mêmes proportions et dans des conditions de température identiques.

» La cause de cette remarquable divergence réside dans la masse de l'acide carbonique naturellement dissous dans l'eau : c'est lui qui fait obstacle à la formation des laques calcaires; or il s'est bientôt dégagé du petit volume d'eau qui sert à l'essai de laboratoire, tandis qu'il met un temps plus long à se dégager d'une grande masse d'eau ; la teinture peut s'achever, le bain peut s'épuiser avant que tout le gaz se soit diffusé à l'air.

» Ce qui précède explique un fait bien connu des praticiens, mais dont la cause était ignorée : il est impossible de faire plusieurs teintures successives dans le même bain, même si on le remonte avec de la craie et de la matière colorante; l'acide carbonique s'est en partie dégagé pendant la première opération, et ce qui en reste ne suffit pas pour une nouvelle. Il revient donc un rôle important à ce gaz, naturellement dissous dans les eaux.

» 3. Rendu attentif à l'influence qu'un acide peut exercer sur la teinture, j'ai fait quelques essais avec divers sels de calcium, et j'ai constaté que l'acétate de ce métal et l'acide acétique remplacent avec avantage le carbonate et l'acide carbonique. Pendant l'opération, le tissu mordancé s'empare à la fois de l'oxyde de calcium et de la matière colorante; l'acide acétique est mis en liberté, il s'évapore avec l'eau, ou s'accumule dans le bain sans nuire en rien à la saturation des mordants, laquelle s'accomplit ainsi dans un milieu franchement acide. J'ai expérimenté l'action de ce sel sur les diverses matières colorantes de la garance, sur les extraits et sur les alizarines artificielles, et j'ai constaté qu'aucune d'entre elles n'est précipitée par lui, si l'on ne dépasse pas la proportion de 2 équivalents d'acétate pour 1 de matière colorante, et si l'on a soin d'acidifier le bain dès le début (1).

» Les couleurs sortent de ces bains parfaitement saturées; les bains eux-

(1) De nombreux échantillons, réunis sous forme de tableaux, sont joints au manuscrit; ils montrent l'effet de l'eau distillée, de l'eau calcaire, de l'acide carbonique, de l'acide acétique, sur les différentes matières colorantes.

mêmes s'épuisent, et sont, après la teinture, plus limpides que si l'on s'était servi d'acide carbonique. Les avantages de l'acétate (1) sur le carbonate de calcium ne se montrent pas seulement dans les essais de laboratoire. J'ai répété ces mêmes expériences en grand, et j'ai reconnu que l'on peut faire plusieurs teintures successives dans le même bain, en ayant soin de le remonter avec de la matière colorante et de l'acétate. J'ai fait de cette manière huit opérations sur une grande échelle, et je n'ai interrompu cette série d'essais que parce que j'ai trouvé l'épreuve expérimentale suffisante. L'avantage de cette manière de faire est évident : il n'est plus nécessaire d'épuiser le bain en une seule fois; on peut teindre en présence d'un excès de matière colorante, c'est-à-dire opérer à une plus basse température et en moins de temps.

» 4. L'acide acétique n'est pas le seul qui soit déplacé par l'alizarine et ses congénères, en présence des oxydes de fer et d'aluminium qui servent de « mordants » : des sels à acides plus énergiques, tels que les chlorure et nitrate, sont aussi décomposés; le bain, neutre au début, devient rapidement acide, à mesure que la teinture s'avance; mais, à un certain moment, une action inverse se manifeste, et il ne se fixe plus de matière colorante. Par l'emploi de ces deux sels, on obtient toutefois de bien meilleurs résultats qu'avec l'eau distillée seule, tant il est vrai que l'oxyde de calcium est indispensable à la formation des couleurs dites *garancées*. L'alizarine et ses congénères se comportent, en présence des oxydes qui servent de mordants, comme des acides puissants, mais dont l'action est limitée par une action inverse, la laque colorée à base double étant elle-même attaquable par les acides. Si l'on prend des mesures convenables pour éliminer ou neutraliser les acides à mesure qu'ils se forment, l'action chimique peut s'achever et la teinture peut se faire d'une façon complète. L'industrie nous offre un exemple remarquable d'un déplacement d'acides par ces matières colorantes, dans la formation du rouge à l'extrait de garance ou à l'alizarine artificielle, par vaporisage; là, ces dernières sub-

(1) Dans la réunion du Comité de Chimie de la Société industrielle de Mulhouse, dans laquelle j'ai donné lecture de ce travail, un membre m'a informé qu'il y a quelques années il a été offert en vente ici un procédé de teinture rapide, d'origine anglaise, dans lequel l'acétate de chaux était déjà employé. Quoique la littérature spéciale soit muette à cet égard, et que je sois arrivé à l'emploi de ce sel par la suite logique de mes expériences, je reproduis avec empressement l'observation qui m'a été faite, afin de rendre ce qui lui appartient à l'auteur de ce procédé, dont le nom m'est inconnu.

stances se trouvent mêlées à des acétates, des sulfates, des nitrates, des chlorures d'aluminium et de calcium, qu'elles doivent décomposer, au moins en partie, pour pouvoir s'unir aux bases et se fixer sur tissu. Dans ce cas, la décomposition est plus complète qu'elle ne le serait pendant la teinture avec les mêmes sels de calcium, sans doute parce que les acides sont entraînés à mesure par la vapeur d'eau. »

CHIMIE. — *Sur les phosphates de sesquioxyde de fer et d'aumine;* par M. **Millot.**

« *Phosphate de fer*, $2PO^5, Fe^2O^3, 8HO$. — Ce phosphate s'obtient par la réaction de l'acide phosphorique hydraté sur l'hydrate d'oxyde de fer ou l'oxyde de fer calciné. Cette réaction s'accomplit lentement à froid; on la facilite en plaçant le mélange dans une étuve chauffée à 100 degrés.

» Si la quantité d'acide phosphorique n'est pas suffisante, la masse durcit pendant le séchage; on la broie et l'on ajoute de nouveau de l'acide phosphorique jusqu'à ce qu'elle reste pâteuse. On reprend ce mélange par une petite quantité d'eau froide et l'on filtre. Les eaux de lavage filtrées laissent déposer, par addition d'eau, le phosphate $3PO^5, 2Fe^2O^3, 8HO$. Il se précipite un peu de ce phosphate sur le résidu insoluble; pour le purifier, on le traite de nouveau par l'acide phosphorique. On obtient, après lavage et séchage à 100 degrés, une poudre cristalline blanc jaunâtre, présentant exactement la composition $2PO^5, Fe^2O^3, 8HO$. Si l'on calcine ce phosphate, il fond et donne un émail. Même avant d'entrer en fusion, il devient partiellement insoluble dans les acides concentrés et l'eau régale.

» On peut obtenir le phosphate anhydre, $2PO^5, Fe^2O^3$, en calcinant un sel de sesquioxyde de fer avec un excès d'acide phosphorique et lessivant la masse pour enlever l'acide métaphosphorique en excès. Si l'on a opéré à une température très-élevée, une partie du produit est devenue insoluble dans les acides, mais toujours soluble dans les alcalis. La partie soluble dans les acides et l'insoluble présentent exactement la même composition chimique.

» Le phosphate $2PO^5, Fe^2O^3, 8HO$ est insoluble dans l'acide acétique, soluble dans le citrate d'ammoniaque ammoniacal, les alcalis et les carbonates alcalins.

» *Phosphate de fer*, $3PO^5, 2Fe^2O^3, 8HO$. — On peut obtenir ce composé en prenant une solution d'oxyde de fer dans l'acide phosphorique et l'étendant d'eau, ou en élevant la température de la solution. Le précipité cris-

tallin que l'on obtient est blanc. On le prépare plus facilement en chauffant une solution de sulfate de sesquioxyde de fer et du phosphate acide d'ammoniaque

$$3(PO^5, AzH^4O, 2HO) + 2(3SO^3, Fe^2O^3)$$
$$= 3PO^5, 2Fe^2O^3, HO + 3(2SO^3, AzH^4O, HO).$$

On filtre et on lave bouillant, le précipité se redissolvant à froid.

» Calciné, il donne le phosphate $3PO^5, 2Fe^2O^3$ gris bleuâtre, facilement soluble dans les acides.

» Les propriétés du phosphate $3PO^5, 2Fe^2O^3, 8HO$ sont à peu près les mêmes que celles du phosphate de fer précédent.

» M. Rammelsberg l'avait obtenu en abandonnant, pendant un an, une solution d'un phosphate de fer dans l'acide phosphorique.

» Ces deux phosphates se forment dans les superphosphates du commerce, par l'action de l'acide phosphorique libre sur l'oxyde de fer des phosphates minéraux.

» On connaît depuis longtemps les deux phosphates suivants :

» $PO^5, Fe^2O^3, 4HO$, que l'on obtient en précipitant un sel de sesquioxyde de fer par le phosphate de soude, ou la solution acide d'un des sels précédents par l'acétate de soude : ce phosphate est blanc et gélatineux; et le phosphate $2PO^5, 3Fe^2O^3, 8HO$, que l'on prépare en précipitant la solution acide d'un des sels précédents par l'ammoniaque. Il faut avoir soin de ne pas employer un grand excès d'ammoniaque, sans quoi on obtient une solution ammoniacale complète: cette solution est dialysable. Par la calcination, ce phosphate décrépite; le résidu a pour formule $2PO^5, 3Fe^2O^3$. Le sel $2PO^5, 3Fe^2O^3, 8HO$ se distingue des sels précédents par son insolubilité complète dans le citrate d'ammoniaque ammoniacal. Il est très-soluble dans l'oxalate d'ammoniaque, $PO^5, 2Fe^2O^3, 4HO$. On prend le sel précédent, on le dissout dans un acide et on le précipite par l'ammoniaque, sans employer un excès. Le phosphate obtenu, dissous de nouveau et reprécipité présente toujours la même composition. Il est un peu soluble dans le citrate ammoniacal et peu soluble dans l'oxalate.

» *Phosphate d'alumine*, $2PO^5, Al^2O^3, 8HO$. — On ne peut pas obtenir ce sel comme celui de fer correspondant, à cause de la trop grande solubilité de l'alumine, même calciné dans l'acide phosphorique. On peut le préparer en prenant le phosphate $3PO^5, 2Al^2O^3, 16HO$, et le traitant à froid par 2 équivalents d'acide phosphorique hydraté; on dessèche, on lave, et l'on recommence le traitement à l'acide phosphorique. On peut l'obtenir

anhydre, en calcinant un sel d'alumine avec un excès d'acide phosphorique, puis séparant par l'eau pour dissoudre l'excès d'acide métaphosphorique. Obtenu ainsi ou par calcination du sel hydraté, ce produit est partiellement insoluble dans les acides concentrés et l'eau régale. Le produit soluble et l'insoluble ont la même composition chimique.

» $3PO^5, 2Al^2O^3, 16HO$. — A 110 degrés, ce produit ne renferme plus que 10 équivalents d'eau. On ne peut pas l'obtenir pur en précipitant par l'eau ou par la chaleur une solution d'alumine dans l'acide phosphorique; le précipité que l'on obtient ainsi renferme toujours un excès d'alumine. On peut le préparer en portant à l'ébullition un mélange limpide de 2 équivalents de sulfate d'alumine et de 3 équivalents de phosphate acide d'ammoniaque :

$$2(3SO^3, Al^2O^3) + 3(PO^5, AzH^4O, 2HO)$$
$$= 3PO^5, 2Al^2O^3, HO + 3(2SO^3 AzH^4O, HO).$$

» On filtre et on lave bouillant, car ce sel se redissout à froid. Il est indispensable d'ajouter de l'acide sulfurique libre, sans quoi le précipité est souillé d'un excès d'alumine. J'ai trouvé ce phosphate dans des échantillons de phosphates du golfe du Mexique, connus sous le nom de *redouda-guano*.

» Ce sel se forme quand on lessive par l'eau les superphosphates du commerce, faits avec des phosphates du Lot ou du Nassau, qui renferment de l'alumine attaquable par l'acide phosphorique. Ce phosphate présente une particularité qu'offre aussi le sel de fer correspondant. Le précipité produit dans une liqueur phosphorique par addition d'eau ne se dissout pas immédiatement en ajoutant un acide même en excès. La dissolution ne s'effectue qu'au bout d'un temps assez long.

» Le phosphate calciné $3PO^5, 2Al^2O^3$ est partiellement insoluble dans les acides.

» $PO^5, Al^2O^3, 2HO$. — C'est le seul phosphate d'alumine connu jusqu'à ce jour; on l'obtient par la précipitation d'un sel d'alumine par le phosphate de soude, ou la solution d'un phosphate d'alumine précipitée par l'ammoniaque et reprise par l'acide acétique.

» Ce sel est de tous les phosphates de fer et d'alumine le plus soluble dans le citrate et l'oxalate d'ammoniaque. Calciné, il donne le phosphate anhydre soluble dans les acides.

» $2PO^5, 3Al^2O^2, 8HO$. — On précipite une solution acide d'un des sels précédents par l'ammoniaque, en n'en mettant pas un excès qui redissout

le phosphate précipité. Ce phosphate calciné est soluble dans les acides.

» Je n'ai pu obtenir ce phosphate $2PO^5, 2Al^2O^3, HO$ pur, en précipitant par l'ammoniaque la solution acide du sel précédent. Le produit renfermait un léger excès d'acide phosphorique, et, en renouvelant la dissolution et la précipitation, il renfermait cette fois un excès d'alumine.

» Tous les phosphates de fer et d'alumine séchés à 100 degrés sont hygrométriques et reprennent de l'humidité à l'air.

» Ces produits sont tous insolubles dans l'acide acétique, solubles dans le citrate d'ammoniaque ammoniacal, l'oxalate d'ammoniaque, les carbonates alcalins et l'ammoniaque.

» Les phosphates d'alumine sont beaucoup plus solubles dans ces différents réactifs que les phosphates de fer correspondants. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un alcool hexylique secondaire;* par M. **W. OEchsner de Coninck.**

« I. Le but du présent travail a été d'étudier l'hydrogénation d'une acétone mixte, l'éthylbutyryle, découverte par M. Friedel dans les produits de la distillation sèche du butyrate calcique (1).

» Pour préparer ce corps, on a distillé 2 kilogrammes de butyrate de calcium par portions de 150 grammes. On a obtenu 660 grammes d'un produit qui, soumis à de nombreuses distillations fractionnées méthodiques, dans l'appareil de MM. Henninger et Lebel, a fourni :

» 1° Un peu de butyral;

» 2° Du méthylbutyryle;

» 3° 80 grammes d'un liquide limpide, d'une odeur éthérée assez forte, très-réfringent, et passant à la température de + 122°-124°;

» 4° Une quantité considérable de butyrone.

» Le liquide passant de + 122° à + 124°, était l'éthylbutyryle : cette température est celle indiquée par M. Popoff pour l'éthylbutyryle synthétique.

» La densité du liquide a été prise à zéro et à + 21°,8 :

$$d_0 = 0{,}8330.$$

(1) Les premiers résultats ont déjà été communiqués à la Société chimique de Paris, dans sa séance du 16 juillet 1875. Quinze jours après, un élève de M. Lieben annonçait à la Société chimique de Berlin les premiers résultats de recherches entreprises sur le même sujet. Voir *Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft*, numéro de septembre 1875.

C'est le nombre même trouvé par M. Friedel,

$$d_{+12°,8} = 0,81305 \text{ (eau rapportée à } + 4°\text{)}.$$

» La pureté de l'éthylbutyryle étant ainsi constatée, on l'a hydrogéné par le procédé que M. Friedel a imaginé pour l'hydrogénation des acétones insolubles dans l'eau.

» L'acétone n'a pas tardé à se transformer en un liquide jaune orangé dont l'odeur rappelait celle de l'éthylbutyryle, mais était sensiblement plus faible. Il a été facile de remarquer que l'odeur allait en diminuant à mesure que l'hydrogénation avançait.

» Ce liquide a été desséché, puis soumis à une série de fractionnements; on a bientôt observé un point d'arrêt du thermomètre (+ 134°) : à cette température passait un liquide limpide, très-mobile, réfringent, d'une odeur éthérée agréable et d'une saveur brûlante. L'analyse a montré qu'il offrait une composition exprimée par la formule

$$C^6H^{14}O = \begin{matrix} C^2H^4 \\ C^3H^7 \end{matrix} \rangle CH.OH.$$

» Le liquide isolé est donc un alcool hexylique; de plus, il appartient à la classe des alcools secondaires. Sa formation, en effet, est de tous points semblable à celle de l'alcool isopropylique que M. Friedel a obtenu en fixant 2 atomes d'hydrogène sur l'acétone ordinaire.

» L'alcool isohexylique est soluble dans l'éther et dans l'alcool ordinaire, à peine soluble dans l'eau; sa densité à zéro est de 0,83433, et à + 20° de 0,81825 (eau rapportée à + 4°).

» Traité par l'acide iodhydrique et par l'acide acétique anhydre, le nouvel alcool s'est éthérifié avec la plus grande facilité.

» L'iodure constitue un liquide coloré en rouge. Il bout de + 164° à + 166°, et distille sans décomposition.

» L'acétate est un liquide incolore, d'odeur agréable, bouillant de + 149° à + 151°.

» II. Dans le cours des premières distillations fractionnées, le thermomètre s'élevait rapidement à partir de + 140°, et il passait, entre + 252°-255°, un liquide huileux, incolore, d'une odeur légèrement camphrée, qui a donné, à l'analyse, des nombres conduisant à la formule $C^{12}H^{26}O^2$:

$$C^{12}H^{26}O^2 = \left\{ \begin{matrix} C^2H^5 & C^2H^5 \\ | & | \\ COH & - COH \\ | & | \\ C^3H^7 & C^3H^7 \end{matrix} \right.$$

» Ce corps est une pinacone, et sa formation est due à l'union de deux molécules d'éthylbutyryle, avec fixation d'un atome d'hydrogène sur chacune de ces molécules.

» La pinacone ordinaire pouvant cristalliser, on a cherché à déterminer la cristallisation de la nouvelle pinacone : à cet effet, on l'a soumise à un froid de — 18° à — 20°; elle est devenue tout à fait visqueuse, mais n'a pas cristallisé. Alors on a introduit dans la masse refroidie un cristal de pinacone ordinaire, qui n'a pas provoqué la cristallisation, comme cela aurait pu avoir lieu, si les deux corps étaient isomorphes.

» La pinacone a été aussi traitée par l'acide sulfurique. On a employé l'acide étendu, puis l'acide concentré, pour obtenir une pinacoline $C^{12}H^{24}O$ et l'hydrocarbure dérivé $C^{12}H^{22}$.

» Le liquide formé dans cette réaction était doué d'une odeur pénétrante; on l'a soumis à la distillation fractionnée, et l'on a recueilli un liquide incolore, d'odeur camphrée, passant de + 215° à + 218°.

» En même temps, on a remarqué que la course du thermomètre se ralentissait vers + 210°. Ce liquide a donné, à l'analyse, des nombres indiquant qu'on avait affaire à un mélange d'hydrocarbure et de pinacoline. D'ailleurs, la quantité de liquide dont on disposait était trop faible pour que la distillation fractionnée seule permît de séparer nettement les deux corps.

» III. Tels sont les principaux résultats obtenus; on voit que l'hydrogénation de l'éthylbutyryle donne naissance à un alcool, et qu'une acétone mixte s'est comportée de la même manière que l'acétone ordinaire.

» On poursuit ces recherches, et l'on se propose d'hydrogéner une autre acétone mixte, le méthylvaléryle, afin d'étudier les relations d'isomérie qui existent entre les alcools hexyliques secondaires obtenus par cette voie et les alcools hexyliques primaires.

» Ce travail a été fait au laboratoire de M. Wurtz. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur l'assimilabilité des phosphates fossiles et sur le danger de l'emploi exclusif des engrais azotés;* par M. A. **Roussille.**

« Des expériences ont été entreprises, au mois de mai 1875, au champ d'exercices de l'École nationale d'Agriculture de Grand-Jouan, pour vérifier les indications relatives à l'assimilabilité des phosphates fossiles, fournies par l'emploi d'une solution d'oxalate d'ammoniaque réagissant sur la poudre des phosphates. Ces expériences ont été faites sur une terre de sous-

sol, provenant d'un défoncement énergique à $0^m,80$ de profondeur, dans laquelle l'analyse a révélé 0,00149 d'azote et 0,00005 d'acide phosphorique.

» Quinze planches de 10 mètres carrés chacune, bien identiques, séparées par de petites allées de $0^m,50$ de largeur, ont reçu comme engrais : la première, 300 grammes de sulfate d'ammoniaque ; la deuxième, rien ; la troisième, $300^{gr},6$ d'un superphosphate minéral riche, fabriqué à Bellegarde, renfermant exactement 50 grammes d'acide phosphorique ; les douze autres, chacune 300 grammes de sulfate d'ammoniaque et des quantités de phosphate fossile naturel, de même finesse, calculées de telle sorte qu'elles renfermassent chacune exactement 50 grammes d'acide phosphorique. Ces phosphates fossiles étaient : n° 4, l'apatite d'Espagne; n° 5, le phosphate de Villeneuve (Aveyron); n° 6, de Bach (Lot); n° 7, de Caylus (Tarn-et-Garonne); n° 8, de Vauchy (Bellegarde); n° 9, de Mussel (Bellegarde); n° 10, de Clermont-en-Argonne; n° 11, de Vouziers; n° 12, de Tarn-et-Garonne; n° 13, des Islettes (Meuse); n° 14, du Lot; n° 15, du Boulonnais.

» Une moitié de chaque planche fut ensemencée avec 35 grammes de sarrasin ; l'autre moitié reçut quarante-six jeunes betteraves de même venue.

» La levée du sarrasin ayant été irrégulière et, d'autre part, les betteraves ayant poussé leurs racines jusque dans la terre de l'ancien sol, enfoncé par le défoncement entre $0^m,60$ et $0^m,80$ de profondeur, il serait téméraire de tirer une conclusion relative à la prévision de l'assimilabilité des phosphates par l'emploi d'une solution d'oxalate d'ammoniaque. La publication des résultats eût été ajournée, si un fait très-important n'eût été mis en lumière par les expériences de cette année.

» Voici les résultats les plus saillants fournis par les cultures de sarrasin et de betteraves.

Sarrasin.

Planches.	Nombre de tiges.	Récolte totale.	Paille.	Grain.	Feuilles et enveloppes florales.
1.	750	1700 gr	750 gr	693	257
2......	716	3200	1450	1293	557
3......	639	5200	2800	1825	575
4......	536	3500	1656	1370	580
5......	474	4600	2450	1561	589
6	420	3650	1850	1340	460

Betteraves.

Planches.	Nombre de racines.	Poids des racines.	Richesse saccharine.
1.......	46	19300 gr	95,53
2.......	46	27000	102,12
3.......	46	29200	115,90

» Les chiffres relatifs à la récolte du sarrasin démontrent déjà péremptoirement que le sulfate d'ammoniaque, employé seul comme engrais, sur des terres dépourvues ou presque dépourvues d'acide phosphorique, non-seulement n'augmente pas, mais diminue la quotité de la récolte ; ceux relatifs à la récolte de betterave viennent encore aggraver la chose, puisqu'ils montrent que quotité et qualité s'abaissent par l'emploi exclusif du sulfate d'ammoniaque dans les terres pauvres en acide phosphorique.

» Ces résultats de mes expériences, très-incomplétement signalés à la Section d'agronomie de l'Association française pour l'avancement des Sciences (congrès de Nantes), ont été pleinement confirmés par ceux obtenus, d'une part, par M. Rieffel, directeur de notre école, sur une parcelle voisine, et, d'autre part, par M. Damourette, propriétaire agriculteur, à Châteauroux, sur des terres calcaires, pauvres en acide phosphorique. On peut, sans témérité, en induire que l'acide phosphorique est non moins nécessaire que l'azote à la formation des principes albuminoïdes des plantes, et que tout excès d'azote ammoniacal devient dangereux pour la végétation lorsqu'il n'est pas compensé par une addition correspondante d'acide phosphorique assimilable.

» Des expériences sont entreprises pour voir si l'azote nitrique jouit des mêmes propriétés fâcheuses que l'azote ammoniacal. »

CHIMIE. — *Sur la préparation de l'acide bromhydrique gazeux.* Note de M. A. BERTRAND.

« On sait que l'acide bromhydrique ne peut être préparé à l'état de gaz par l'action de l'acide sulfurique sur un bromure alcalin, à cause de la réduction qu'éprouve l'acide sulfurique, avec mise en liberté de brome et d'acide sulfureux; la méthode généralement employée consiste à décomposer par l'eau le bromure de phosphore.

» J'ai constaté que, si, au lieu d'employer un bromure alcalin, on fait réagir l'acide sulfurique sur un bromure alcalino-terreux, le bromure de calcium par exemple, additionné d'une petite quantité d'eau, l'acide bromhydrique n'est plus décomposé, à part quelquefois une trace, au commencement de l'expérience, et la préparation peut s'effectuer. Les meilleures proportions à employer sont : 100 grammes de bromure de calcium, 50 grammes d'eau et 100 grammes d'acide sulfurique.

» Déjà Glover avait employé l'action de l'acide sulfurique sur le bromure de baryum en dissolution, mais il s'agissait seulement d'obtenir une solution aqueuse de l'acide.

» Une autre méthode, qui permet l'emploi des bromures alcalins, consiste à remplacer l'acide sulfurique par l'acide phosphorique trihydraté concentré; la réaction marche convenablement en traitant, par exemple, 100 grammes de bromure de potassium par 100 grammes d'acide phosphorique sirupeux, mélangés à 300 grammes d'eau. L'acide phosphorique très-concentré décompose l'acide bromhydrique; avec de l'acide étendu, il n'y a qu'une légère trace de brome au commencement.

» Cette substitution de l'acide phosphorique à l'acide sulfurique me paraît susceptible d'être généralisée, par exemple, pour l'obtention de certains acides organiques, que l'acide sulfurique détruirait à une température élevée. »

PHYSIOLOGIE COMPARÉE. — *Recherches sur les fonctions des glandes de l'appareil digestif des Insectes.* Note de M. **Jousset**, présentée par M. Cl. Bernard.

« Les fonctions physiologiques des glandes de l'appareil digestif des Insectes n'ont pas encore été déterminées avec une précision suffisante; de là les divergences d'opinions qui existent dans la Science, sur la part à attribuer à chacune de ces glandes dans la digestion des aliments.

» Ayant remarqué que les naturalistes qui se sont occupés de ce sujet se sont presque toujours servi dans leurs recherches du contenu liquide du tube digestif, j'ai cru pouvoir attribuer les résultats différents auxquels ils sont arrivés à cette pratique très-défectueuse en Physiologie, puisque ces liquides sont complexes et mélangés dans des proportions toujours inconnues. J'ai donc cherché, parmi les différents Insectes, s'il ne s'en trouverait pas un chez qui la disposition des organes glandulaires pût permettre de recueillir ces liquides dans la glande elle-même, avant leur entrée dans le tube digestif.

» La Blatte (*Blatta orientalis*) est dans ce cas. Les trois groupes glandulaires de son appareil digestif sont très-favorables à l'expérimentation et disposés comme il suit: la région supérieure, se composant d'un œsophage, d'un jabot et d'un appareil triturateur, porte des glandes œsophagiennes en grappe, appelées *glandes salivaires*, longues de près de 1 centimètre. La région moyenne ou estomac offre huit cœcums glandulaires, longs de 4 à 5 millimètres. Enfin la région inférieure ou intestin porte des tubes de Malpighi très-isolables. Ces trois appareils glandulaires se retrouvent chez tous les insectes, mais varient beaucoup de dimension et sont ha-

bituellement trop petits pour qu'on puisse en recueillir le contenu pur. La Blatte forme donc une heureuse exception.

» En expérimentant avec ces liquides recueillis avant leur entrée dans le tube digestif, j'ai pu reconnaître que l'agent unique de la digestion des matières amylacées est le produit de sécrétion des glandes œsophagiennes ou salivaires. Je me suis convaincu, par l'expérience directe, qu'aucune des autres glandes ne possède d'action marquée sur les amylacés, et que le produit de sécrétion des glandes salivaires est sans action sur les aliments albuminoïdes et gras. Je pense que la digestion des substances féculentes se fait principalement dans le jabot, chez les Insectes qui ont des glandes œsophagiennes très-développées, comme la Blatte; et que, lorsqu'elles sont petites et logées dans les parois de l'œsophage, cette digestion, très-peu importante dans ce cas, a lieu dans l'estomac. Le glucose produit est absorbé par l'estomac et ne pénètre pas dans l'intestin.

» Les cœcums qui entourent l'estomac jouissent de propriétés tout autres : ils sécrètent un liquide jaunâtre, faiblement, mais nettement acide. Après en avoir recueilli une quantité suffisante, j'ai constaté que son action, comme je viens de le dire, est nulle sur les matières amylacées, mais qu'il dissout avec une énergie remarquable les substances albuminoïdes, l'albumine coagulée, la caséine, et en particulier la fibrine, dont il liquéfie rapidement jusqu'à deux fois son propre volume. Je me suis assuré également que les albuminoïdes n'étaient pas simplement dissous, mais bien transformés en véritables peptones, ne coagulant plus par la chaleur ni les acides, mais seulement par le bichlorure de mercure.

» Le liquide des cœcums possède encore la propriété d'émulsionner énergiquement les graisses, propriété qui n'est partagée ni par les glandes salivaires, ni par les tubes de Malpighi. Cette émulsion dure très-longtemps et acquiert une acidité prononcée.

» On voit donc qu'en somme le produit des cœcums gastriques constitue l'agent le plus important de la digestion chez les Insectes; aussi ceux d'entre eux qui se nourrissent, comme les Insectes herbivores, de substances difficiles à digérer, possèdent-ils une innombrable quantité de cœcums gastriques et ont à leur disposition beaucoup de ce liquide. Cette propriété d'émulsionner les graisses en les acidifiant, que ne possède pas le suc gastrique des Vertébrés, semblerait rapprocher ce produit de sécrétion du suc pancréatique, et l'assimilation serait complète s'il agissait aussi sur les amylacés; mais nous venons de voir que ce rôle appartient exclusivement aux glandes œsophagiennes dans la digestion des insectes. Néanmoins, eu égard

à la faible acidité du suc des cœcums et à son action sur les graisses, j'incline à le regarder comme offrant beaucoup d'analogie avec le suc pancréatique, le caractère de l'action sur les fécules n'étant pas primordial dans le pancréas, puisque M. Claude Bernard a démontré que, chez certains Poissons, cet organe est déjà dépourvu d'action sur les amylacés.

» Quoi qu'il en soit, je pense que les peptones formés dans l'estomac et les graisses émulsionnées sont absorbés sur place par les parois de l'estomac, qui est la partie essentielle de l'appareil digestif et joue à la fois le double rôle de l'estomac et de l'intestin grêle des Vertébrés. Les matières qui ont résisté à ces actions et qui, par conséquent, sont impropres à la digestion, passent seules dans l'intestin, que je regarde comme ne jouant qu'un rôle presque nul dans la digestion proprement dite.

» Les tubes de Malpighi ont toujours fourni, dans ces recherches, des caractères négatifs très-nets. Leur produit de sécrétion n'agit ni sur les amylacés, ni sur les albuminoïdes, ni sur les matières grasses. Cet ensemble de caractères confirme l'opinion généralement adoptée, que ce groupe de glandes est un organe d'excrétion purement et simplement, un organe urinaire plus complet probablement que celui des Vertébrés, puisque c'est le seul organe éliminateur des Insectes. Depuis longtemps, la présence de l'acide urique et des urates y a été constatée, mais peut-être fournissent-ils des principes autres et analogues aux matières excrémentitielles que le foie est chargé d'éliminer chez les Vertébrés.

» Ces recherches confirment l'opinion soutenue depuis longtemps par M. Blanchard, sur le degré très-élevé que doivent occuper les insectes dans la série animale. On voit, en effet, que leurs fonctions digestives se rapprochent beaucoup de celles des Vertébrés supérieurs.

» Ce travail a été fait dans le laboratoire de Physiologie générale du Muséum. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Des glandes florales du* Parnassia palustris; *nouvelles fonctions physiologiques.* Note par M. E. **Heckel**, présentée par M. Chatin.

« Les admirables glandes florales, qui, dans le *Parnassia palustris,* font l'admiration de tous les observateurs, ont, au point de vue de leurs fonctions, attiré depuis longtemps l'attention des physiologistes. Depuis Conrad Sprengel jusqu'à notre époque, la plupart des auteurs ont pensé que ces organes singuliers jouent dans l'acte de la fécondation un rôle important,

soit direct, soit indirect. Ayant eu à observer cette fleur, au point de vue du mouvement staminal et en vue d'établir par la reprise de l'étude de ce phénomène (1) une relation entre le cycle foliaire et le cycle floral, j'ai été conduit, pour utiliser mes longues heures d'observation, à partager mon attention entre les organes mâles et les glandes qui les avoisinent. J'ai observé sur place, et dans les conditions les plus naturelles, pendant un séjour aux environs de Murat (Cantal), pendant la fin d'août et le commencement de septembre.

» Le fait le plus important, qui m'a tout d'abord frappé et dont l'observation m'a conduit à douter de la réalité du rôle qu'on fait jouer aux glandes florales quand on les considère comme destinées à appeler les insectes agents de la fécondation, est celui-ci : le produit de sécrétion toujours limpide, et ne *renfermant pas le pollen tombé des anthères extrorses*, loin d'être comparable à celui du plus grand nombre de nectaires, n'est pas sucré, n'a aucune odeur particulière, est gluant et montre une réaction acide au papier tournesol. Une expérience bien simple m'a montré que ces glandes n'étaient pas indispensables à la fécondation et que, malgré la disposition défectueuse des anthères, cet acte s'accomplit normalement quand, dans le bouton, on a enlevé les glandes florales non encore parvenues à leur complet développement; enfin un fait capital résulte d'une observation prolongée : je n'ai vu dans les fleurs complètes pénétrer aucun autre insecte, si ce n'est quelques petits Diptères qui, attirés peut-être par le produit de sécrétion des glandes formant une barrière autour de l'androcée, sont englués immédiatement par ce liquide visqueux. Comme dans les *Drosera*, j'ai remarqué que, sous l'influence de l'irritation produite par la présence de l'insecte, le liquide devenait plus abondant, que l'animal ne tardait pas à mourir, puis à être dissocié dans ses parties constituantes. Pour mieux apprécier l'action de ce liquide, j'ai appliqué sur les plus grandes de ces glandes de tout petits morceaux de chair crue, qui ont fini par être dissous et disparaître de la même façon que cela se passe et que je l'observais comparativement dans les feuilles de *Pinguicula vulgaris*. Le fait que je signale ici, et qui me conduirait à voir dans les glandes florales du *Parnassia palustris* un organe carnivore, serait-il une exception dans la vie de la plante? Faut-il y voir un témoin d'habitudes anciennes ayant caractérisé à une certaine époque toute une série de végétaux qui nous sont inconnus et dont le *Parnassia* ne serait

(1) Il a été déjà observé, avec beaucoup de soin, par M. A. Gris (*Comptes rendus*, t. LXVII, p. 912; 1868).

qu'un terme isolé? Il est difficile de répondre à de pareilles questions; mais ce que je veux signaler, c'est que le fait qui fait l'objet de cette Note n'est peut-être pas si nouveau qu'on pourrait le croire. Jean Bauhin, dans son *Historia plantarum* (1651), à propos de la même plante, qu'il nomme *Gramen Parnassi,* s'exprime ainsi : « Quinque radiatis staminibus, albis apici- » bus..... quibus totidem interjecta alternatim staminum flavescentium » *muscariola.* » Le double sens de ce dernier mot peut parfaitement être interprété en faveur du fait que je signale, et le gobe-mouche se trouvait ainsi reconnu il y a plus de deux siècles.

» M. Duval-Jouve, à propos de ces organes et de mes observations, a bien voulu me faire part de la manière dont il envisage leur signification morphologique. Pour le très-savant et habile botaniste de Montpellier, les *muscariola* seraient des organes dérivés de ceux qu'on rencontre à la base des pétales des Hellébores. Si l'on fend ces cornets glandulifères suivant leur longueur, on a, en étalant le torse déroulé, la surface d'une glande florale. Il suffit, pour que la similitude soit plus frappante, qu'on suppose la glande qui occupe le fond du cône divisée et transportée au sommet de chacun des axes fibro-vasculaires qui règnent, ainsi que je m'en suis assuré, au nombre de treize à quinze dans le parenchyme de l'organe. D'après cette façon d'envisager les faits, les *Parnassia* devraient être placés auprès des *Renonculacées,* comme on l'a fait déjà; mais, en admettant cette interprétation, il faudrait faire, non-seulement à la transformation de l'organe, mais encore à l'appropriation physiologique de ses parties, une part qui me semble bien large; aussi, au point de vue étroit qui m'occupe, je rapprocherais plus volontiers, avec les classificateurs actuels, les *Parnassia* des *Saxifragées* et des *Droséracées,* qui, nous le savons depuis Darwin (1), comptent de nombreux cas de carnivorité bien constatée, tandis que rien de semblable n'a été jusqu'ici observé dans les *Renonculacées.* »

GÉOLOGIE. — *Plissements de la craie dans le nord de la France.* Note de M. **Hébert**.

« On supposait, en Angleterre, que le tunnel sous-marin de Calais à Douvres pouvait être pratiqué en ligne droite, dans un même banc de craie marneuse, dont les affleurements, au Blanc-Nez d'une part et à Douvres de

(1) *Insectivorus plants;* 1875.

l'autre, semblaient garantir la continuité régulière et directe à travers le détroit.

» J'ai objecté contre cette hypothèse qu'il résultait de mes études sur les allures des couches crayeuses dans le nord de la France que le sol est plissé. parallèlement à la direction générale de la Manche, de manière à présenter une série de bombements et de dépressions, dirigés du sud-ouest au nord-est, d'une amplitude qui dépasse souvent 100 mètres ; j'ai ajouté qu'il était certain pour moi que ce mode de structure ondulée devait se propager au travers du détroit. Il est donc à craindre que l'on ne soit exposé à sortir des assises marneuses dans lesquelles on aura commencé le tunnel, et à rencontrer des couches inférieures ou supérieures perméables. L'une de ces couches est la surface de contact de la craie grise (craie de Rouen) et de la craie blanche marneuse (craie à *Inoceramus labiatus*). J'ai constaté, au pied du Blanc-Nez, qu'il y a là un niveau d'eau important, et le même fait a été reconnu, en 1826 (*Trans. of the geol. Soc. of London*, 2e série, vol. II, p. 334), par notre compatriote de Basterot, entre Douvres et Folkestone, exactement dans la même couche.

» J'ai donné sur ces plissements, dans un Mémoire communiqué à la Société géologique de France au mois de juin dernier, des détails circonstanciés, non encore publiés, mais qui le seront très-prochainement. A la réunion de l'Association britannique à Bristol, j'ai appelé, sur le même sujet, l'attention du président, sir John Hawkshaw, et des géologues anglais. Les journaux de Bristol ont publié les réponses faites à ma Communication, notamment par M. Hawkshaw et par M. Evans, président de la Société géologique de Londres. Il résulte de ces réponses que mon opinion n'a point été favorablement accueillie, et M. Evans a dit que les sondages exécutés dans le détroit démontraient que la structure du fond du canal n'était point telle que je l'indiquais, assertion contre laquelle j'ai réclamé.

» Pendant ce temps, c'est-à-dire en août et en septembre, deux ingénieurs des mines, MM. Potier et de Lapparent, arrivaient, grâce aux ressources mises à leur disposition pour les sondages sous-marins, à des résultats infiniment plus précis et plus satisfaisants que les données qui avaient été fournies tout d'abord. Ces résultats, publiés récemment, permettent de constater que le fond de la Manche présente, comme je l'avais annoncé, des bombements, dont l'un, étudié avec beaucoup de soin, est près de la côte française; sa direction, d'après la forme des courbes d'affleurement des couches, se rapproche de celle des plis que j'ai signalés à l'intérieur des terres.

» Un autre bombement, situé près des côtes anglaises, a presque exactement la direction sud-ouest-nord-est.

» Il est donc démontré aujourd'hui, par l'observation directe, que la craie est ondulée dans le canal aussi bien que sur la partie du nord de la France qui s'étend entre la rivière d'Oise et la Manche, où j'ai constaté cette disposition stratigraphique.

» La démonstration de ces plissements se fait par un procédé simple et rigoureux. Le massif crayeux, si homogène en apparence, présente à divers niveaux des points de repère d'une constance remarquable.

» L'un de ces horizons est la couche mince, généralement très-glauconieuse, où abondent *Scaphites æqualis, Turrilites costatus*, etc. ; un autre, situé beaucoup plus haut, est rempli d'*Holaster planus ;* un troisième, de *Micraster cortestudinarium*, etc.

» Prenons comme exemple la région comprise entre Fécamp et Meudon. La glauconie à *Scaphites æqualis* part du niveau de la mer à Fécamp, s'élève au sud-est et atteint 80 mètres d'altitude à 10 kilomètres de distance, plonge ensuite dans la même direction, se relève de nouveau à la station de Pavilly, à 80 mètres d'altitude. Nouveau plongement au sud-est; sur le flanc gauche de la vallée, la même couche n'est plus qu'à 60 mètres ; puis elle disparaît, et l'on peut démontrer qu'à la station de Malaunay notre horizon s'est enfoncé de plus de 120 mètres.

Troisième relèvement vers Rouen, où la glauconie à *Scaphites æqualis* reparaît à 45 mètres d'altitude ; plongement vers Pont-de-l'Arche et la vallée de l'Andelle, jusqu'à Watteport-sur-Seine, où la différence de niveau atteint 114 mètres depuis Rouen.

» Quatrième relèvement de Watteport à Pressagny-l'Orgueilleux, près de Vernon. En ce point, la glauconie à *Scaphites æqualis* affleure environ à 50 mètres.

Enfin, plongement vers Mantes, Beyne et Meudon, où la même couche doit se rencontrer vers 400 mètres au-dessous du niveau de la mer.

» Je trouve, par le même procédé, que la région comprise entre le Tréport et Compiègne présente trois bombements, l'un au Tréport même, l'autre vers Aumale, où la craie glauconieuse atteint plus de 120 mètres d'altitude, le troisième vers Breteuil. Les deux premiers bombements de cette nouvelle ligne sont séparés par une dépression dont le centre est à Gamaches, et, pour une même couche, la différence de niveau est, là, au moins de 160 mètres.

» Il est facile de constater que ces divers bombements ne sont point

placés au hasard, mais qu'ils se relient les uns aux autres suivant une certaine loi.

» Ainsi la ligne qui joint le bombement de Rouen à celui d'Aumale passe à Sommery et dans la partie centrale du Bray, où le terrain jurassique a été porté à 230 mètres d'altitude, et d'où les couches plongent au nord-ouest et au sud-est. Prolongée au nord-est, cette ligne traverse la vallée de la Somme à Picquigny, où se manifeste un relèvement bien marqué de la craie.

» Voilà donc une série de bombements qui se suivent sensiblement en ligne droite du sud-ouest au nord-est, et qui indiquent un plissement continu des couches de la craie dans toute cette étendue.

C'est un pli semblable qui a amené au jour la craie glauconieuse près de Vernon. Ce nouveau pli, prolongé au nord-est, presque parallèlement au premier, irait passer au relèvement de Breteuil (Oise).

» Un troisième pli, sensiblement parallèle aux précédents, comprendrait le relèvement de Fécamp et celui du Tréport. Prolongé au nord-est, ce pli viendrait aboutir à l'affleurement dévonien de Dennebrœucq (Artois); au sud-ouest, en l'infléchissant un peu au sud, il passerait par la faille que j'ai signalée à Dieppe.

» Ainsi, depuis la vallée de l'Oise jusqu'à la Manche, les couches de la craie ont été soumises, dans leur ensemble, à des pressions latérales qui les ont plissées et quelquefois brisées. Nous constatons déjà trois plis généraux plus ou moins rectilignes et parallèles, indépendamment d'autres accidents de même nature, comme les bombements de Pavilly, de Villequier et la faille de Lillebonne.

» Il y avait d'autant moins de témérité à prédire, pour le fond de la Manche, le même mode de structure, que la région méridionale de l'Angleterre, depuis Weymouth jusqu'à l'embouchure de la Tamise, présente un grand nombre de failles et de plis analogues à ceux du nord de la France. »

PHYSIOLOGIE. — *Études pratiques sur l'urine normale des nouveau-nés; applications à la Physiologie et à la Clinique*. Note de MM. **Parrot** et **A. Robin**, présentée par M. Bouley. (Extrait.)

« Un nouveau-né urine quatre fois plus qu'un adulte, par kilogramme de son poids.

» Dans des circonstances tout à fait exceptionnelles, l'urine peut donner

un très-léger dépôt, formé de cristaux d'acide urique ou d'oxalate de chaux ou d'urate de soude (urine du premier jour, alimentation insuffisante ou vicieuse, etc.). Les ferments végétaux paraissent s'y développer plus rapidement que dans l'urine des adultes.

» Elle a une réaction neutre au papier de tournesol. L'acidité de l'urine indique le plus souvent un intervalle trop long entre les tetées, et, dans un certain nombre de cas, peut mettre sur la voie d'un état pathologique.

» L'urine des nouveau-nés contient, en moyenne, par litre, $3^{gr},03$ d'urée, soit $0^{gr},80$ par kilogramme chez un enfant de 3850 grammes; mais, dans les vingt-quatre heures, un nouveau-né de onze à trente jours rend environ $0^{gr},90$ d'urée, soit $0^{gr},23$ par kilogramme de son poids.

» L'âge, le poids et la température influencent notablement la quantité d'urée. Lorsque les urines de deux enfants dont l'âge, le poids et la température diffèrent, présentent des quantités inégales d'urée, avant d'expliquer cette différence par un état pathologique, on devra s'assurer que l'excédant d'urée dépasse les limites que nous avons fixées pour les variations qui sont dues à ces causes.

» Il existe un rapport constant entre la quantité d'urée, la couleur et la réaction de l'urine, de telle sorte que l'inspection de ces deux derniers caractères permet d'apprécier cliniquement la proportion d'urée.

» Il existe normalement dans l'urine des nouveau-nés des traces d'acide urique, mais elles échappent à tout dosage : l'urine du premier jour en renferme davantage; elle ne contient pas de matières extractives chimiquement appréciables, mais elle renferme de l'acide hippurique et de l'allantoïne.

» Dans aucune circonstance l'urine normale du nouveau-né ou du fœtus ne contient d'albumine; elle n'exerce aucune action réductrice sur la liqueur de Barreswil.

» Le nouveau-né ingère, en vingt-quatre heures et par kilogramme de son poids, deux fois plus d'azote que l'adulte; il en rend six fois moins par l'urine, quoiqu'il fixe au moins autant d'oxygène; il brûle donc moins, tout en absorbant plus de combustible et au moins autant de comburant. Cet excès de l'assimilation sur la désassimilation, expérimentalement démontré, est en rapport avec l'augmentation journalière du poids, augmentation à laquelle doit aussi prendre part une partie de l'oxygène absorbé.

» Quand l'urine d'un nouveau-né est modifiée dans l'un de ses carac-

tères, au delà des limites que nous avons tracées, il faudra songer d'abord à une irrégularité dans l'alimentation, ensuite à un état morbide.

» Dans quelques circonstances, l'étude des urines permet de préciser l'existence d'un état pathologique spécial ou d'un symptôme particulier (œdème des nouveau-nés, diarrhée, etc.)

» Enfin cette étude permet quelquefois de prévoir l'apparition prochaine d'accidents déterminés, tels que l'œdème des nouveau-nés, l'athrepsie, etc. En effet, une lésion de la nutrition précède évidemment l'apparition des signes extérieurs de ces affections, et l'enfant est déjà malade alors qu'aucun symptôme ne révèle au dehors cet état de souffrance, dont les altérations de l'urine donnent la mesure. »

La séance est levée à 5 heures trois quarts. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 3 JANVIER 1876.

Crania ethnica. Les crânes des races humaines; par MM. DE QUATREFAGES et T. HAMY; 4e liv., feuilles 18 à 23, *Pl. XXXI* à *XL*. Paris, J.-B. Baillière, 1875; in-4°.

Le Jura franc-comtois. Études géologiques sur le Jura, considéré principalement dans sa partie nord occidentale; par A. VÉZIAN. Paris, F. Savy; Besançon, Dodivers, 1874; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Resal.)

Ministère de l'Agriculture et du Commerce. Catalogue des brevets d'invention; année 1875, nos 4, 5, 6. Paris, Bouchard-Huzard, 1875; 3 liv. in-8°.

Étude philosophique sur la capillarité; par L. MOCQUET. Paris, typ. A. Parent, 1875; br. in-8°.

Question de voirie, n° 1. *Déclassement des routes départementales; par* A. FOUGEROUSSE. Paris, E. Lacroix, 1875; br. in-8°.

Origines de l'enseignement médical en Lorraine. La Faculté de Médecine de Pont-à-Mousson (1572-1768); *par* G. TOURDES. Paris, Berger-Levrault et G. Masson, 1875; br. in-8°.

Annuaire météorologique et agricole de l'Observatoire de Montsouris pour l'an 1876. Paris, Gauthier-Villars, 1876; 1 vol. in-18.

Annales de la Société des Sciences industrielles de Lyon, 1875; n° 5. Lyon, imp. Storck, 1875; br. in-8°.

Toxicologie chimique. Guide pratique pour la détermination chimique des poisons; par le Dr Fr. MOHR, traduit de l'allemand par le Dr L. GAUTIER. Paris, Reinwald, 1876; in-8°.

Du mouvement végétal. Nouvelles recherches anatomiques et physiologiques sur la motilité dans quelques organes reproducteurs des phanérogames; par Ed. HECKEL. Paris, G. Masson, 1875; in-8°. (Présenté par M. Chatin, pour le Concours Montyon, Physiologie expérimentale, 1876.)

Reliquiæ Pourretianæ; par E. TIMBAL-LAGRAVE. Toulouse, au Secrétariat de la Société des Sciences physiques et naturelles, 1875; br. in-8°.

Exploration scientifique des environs de Montolieu (Aude); par MM. TIMBAL-LAGRAVE et JEANBERNAT. Toulouse, imp. Douladoure, 1875; br. in-8°.

Excursions botaniques aux environs de Saint-Paul-de-Fenouillet et à Cases de Pena dans les Corbières; par M. E. TIMBAL-LAGRAVE. Toulouse, imp. Douladoure, sans date; br. in-8°.

Étude sur quelques campanules des Pyrénées; par M. TIMBAL-LAGRAVE. Toulouse, Armaing; Paris, Savy, 1873; br. in-8°.

Étude sur quelques sidéritis de la Flore française; par M. E. TIMBAL-LAGRAVE. Toulouse, imp. Douladoure, sans date; br. in-8°.

Une excursion botanique à Cascastel, Durban et Villeneuve, dans les Corbières; par M. E. TIMBAL-LAGRAVE. Toulouse, imp. Douladoure, 1875; br. in-8°.

Deuxième excursion dans les Corbières orientales, Saint-Victor, le col d'Estrem, Tuchan, Vingrau; par M. E. TIMBAL-LAGRAVE. Toulouse, imp. Douladoure, 1875; br. in-8°.

Une excursion scientifique aux sources de la Garonne et de la Noguera-Pallaresa (Catalogne); par M. le Dr JEANBERNAT. Toulouse, imp. Douladoure, sans date; br. in-8°.

Rapport sur l'ouvrage de MM. Boutteville et Hauchecorne, intitulé: Le Cidre; *par* J. GIRARDIN. Rouen, imp. L. Deshays, sans date; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société industrielle de Rouen.*)

Étoiles filantes. Les Perséides en 1875. Observations faites à l'Observatoire royal de Bruxelles, communiquées par M. E. QUETELET. Bruxelles, imp. Hayez, 1875; br. in-8°. (Extrait des *Bulletins de l'Académie royale de Médecine.*)

Questions maritimes. Les oiseaux de mer, leur utilité au point de vue de la navigation et de la pêche; par GOUEZEL. Nantes, imp. Charpentier, 1875; br. in-8°.

PICOT. *Court exposé du nouveau procédé de taille de la vigne.* Tonnerre, G. Roy, sans date; opuscule in-18.

The revised theory of light; Section I : *The principles of the harmony of colour; by* W.-Cave THOMAS. London, Smith, Elder et C°, 1875; 1 vol in-12, relié.

Transactions of the royal Society of Arts and Sciences of Mauritius; new series, vol. VIII. Mauritius, 1875; in-8°.

Monthly Report of the department of Agriculture for november and december 1875. Washington, Government printing Office, 1875; in-8°.

Coralli eocenici del Friule, descritti dal prof. Ant. D'ACHIARDI. Pisa, tip. Nistri, 1875; br. in-8°.

Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche, pubblicato da B. BONCOMPAGNI; t. VIII, giugno 1875. Roma, tipog. delle Scienze matematiche e fisiche, 1875; in-4°. (Présenté par M. Chasles.)

Atti dell' Accademia pontificia de' Nuovi Lincei, compilati dal Segretario; anno XXVIII, sessione VII^a del 20 giugno 1875. Roma, tipog. delle Scienze matematiche e fisiche, 1875; in-4°.

Nova acta Academiæ Cæsareæ-Leopoldino-Carolinæ germanicæ naturæ curiosorum; tomus tricesimus sextus. Dresdæ, MDCCCLXXIII; in-4°.

Annalen der Physik und Chemie. Herausgegeben zu Berlin von J.-C. POGGENDORFF. Erganzung Band VII, Stuck 1, 2. Leipzig, 1875; 2 liv. in-8°.

De militaire Chirurgie en de geneeskundige dienst te velde, etc.; door D^r M. W.-C. GORI. Amsterdam, Von der Post, 1875; br. in-8°.

Ofversigt af kongl. vetenskaps Akademiens forhandlingar. 28, 29, 30, 31; 1871, 1872, 1873, 1874. Stockholm, 1871-1875; 4 vol. in-8°.

Bihang till kongl. svenska vetenskaps Akademiens handlingar; t. I, liv. 1, 2; t. II, liv. 1, 2. Stockholm, 1872-1875; 4 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 13 décembre 1875.)

Page 1205, note (5), *au lieu de* Röntzen, *lisez* Röntgen.

Page 1207, ligne 5, *au lieu de* électrothermomètre, *lisez* héliothermomètre.

(Séance du 20 décembre 1875.)

Page 1259, ligne 35, *au lieu de :* le faisceau coracoïdien du biceps brachial fait défaut chez l'Ours, *lisez :* n'existe que chez l'Ours.

DATES.	BAROMÈTRE A MIDI réduit à zéro.	THERMOMÈTRES du jardin. Minima.	Maxima.	Moyenne.	Moyenne vraie.	Écart de la normale.	THERMOMÈTRE ÉLECTRIQUE à 20 mètres.	ACTINOMÈTRE.	THERMOMÈTRES du sol. Surface.	à 0m,20.	à 1m,00.	TENSION DE LA VAPEUR.	ÉTAT HYGROMÉTRIQUE.	UDOMÈTRE (à 1m,80).	ÉVAPOROMÈTRE.	ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE.	OZONE.
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)
	mm	°	°	°	°	°	°		°	°	°	mm		mm	mm		
1	749,5	-4,6	-2,9	-3,8	-4,1	-9,4	-4,0	1,8	-4,0	2,2	7,4	3,0	90	0,6	"	"	0,0
2	748,2	-5,3	-2,9	-4,1	-4,2	-9,4	-4,3	2,9	-3,9	1,9	7,1	3,1	92	0,4	"	"	0,0
3	748,9	-4,8	-3,1	-4,0	-3,9	-9,0	-3,9	4,1	-3,9	1,8	6,8	2,9	83	0,1	"	"	0,0
4	749,4	-6,5	-1,1	-3,8	-3,3	-8,3	-3,3	16,3	-3,5	1,5	6,6	3,1	87	0,1	"	"	0,0
5	749,6	-3,4	-1,6	-2,5	-2,4	-7,3	-2,4	6,4	-2,3	1,4	6,4	3,5	92	0,5	"	"	0,0
6	753,9	b)-6,8	b)-2,3	b)-4,6	-4,9	-9,6	-5,0	3,4	-5,3	1,3	6,1	2,8	83	0,1	"	"	0,0
7	762,0	-8,3	-4,9	-6,6	-7,3	-11,9	-7,6	13,7	-7,3	1,0	5,9	2,1	79	0,0	"	"	0,0
8	763,5	-9,9	2,3	-3,8	-0,4	-4,9	-0,3	5,9	-0,2	0,7	5,7	4,1	91	0,2	"	"	0,0
9	763,5	0,7	3,3	2,0	1,2	-3,2	1,4	5,1	0,6	0,8	5,5	4,8	99	0,7	0,6	"	0,0
10	764,0	-2,4	0,9	-0,8	0,1	-4,2	-0,1	5,3	0,2	0,9	5,3	4,4	94	0,6	"	"	2,0
11	758,3	-0,3	5,1	2,4	3,9	-0,3	3,6	3,2	3,5	0,9	5,1	5,8	96	2,7	0,3	"	3,0
12	758,8	3,5	6,3	4,9	5,0	0,9	4,7	4,3	4,5	1,1	5,0	6,2	94	0,5	0,4	"	3,0
13	760,8	3,6	6,7	5,2	4,7	0,7	4,7	3,4	3,6	1,9	5,0	4,9	92	0,0	0,5	"	2,0
14	759,1	b)-1,7	b)4,0	b)1,2	0,2	-3,7	0,5	1,8	-0,2	2,8	5,0	4,4	94	"	"	"	8,0
15	760,5	-3,3	3,8	0,3	-0,5	-4,3	0,2	23,8	-1,8	2,3	5,1	4,3	96	"	"	"	0,0
16	759,9	-2,1	6,7	2,3	1,7	-2,0	1,7	16,8	0,3	1,9	5,1	4,9	91	"	"	"	0,0
17	756,7	-2,2	4,5	1,2	0,9	-2,7	1,1	8,4	-0,1	1,8	5,1	4,7	95	"	"		0,0
18	755,0	-2,3	6,1	1,9	1,6	-1,9	2,1	20,3	0,8	1,8	5,0	5,0	96	"	"	"	0,0
19	751,0	-0,4	6,7	3,2	3,9	0,5	3,5	5,7	3,2	2,0	4,9	5,8	96	1,0	"	"	9,0
20	755,2	b)1,5	b)9,4	b)5,5	5,6	2,3	4,9	9,9	5,4	3,2	4,9	6,6	95	6,7	0,5	"	14,0
21	759,1*	b)8,0	b)11,4	b)9,7	9,9	6,7	9,3	7,3	9,0	5,1	5,0	8,4	92	2,2	0,7	"	17,5
22	756,7	7,6	14,3	11,0	11,9	8,9	11,5	15,2	11,6	7,2	5,2	9,6	93	4,0	2,0	"	16,5
23	763,9	4,8	10,5	7,7	6,0	3,1	7,1	27,2	5,6	7,0	5,6	6,5	91	"	1,0	"	17,0
24	766,9	-0,1	6,7	3,3	4,5	1,7	4,5	10,4	4,2	5,6	6,0	6,1	96	"	0,2	"	13,5
25	766,2	4,4	10,0	7,2	6,2	3,5	6,9	15,9	7,2	5,9	6,1	6,3	88	0,0	1,1	"	10,0
26	767,5	0,8	7,1	4,0	4,6	2,0	5,1	5,6	4,9	5,3	6,2	6,2	97	0,5	0,1	"	5,5
27	766,1	5,6	8,5	7,1	7,4	4,9	7,2	6,5	7,2	6,0	6,2	7,2	93	1,4	0,3	"	0,0
28	768,7	6,1	8,1	7,1	7,0	4,6	6,9	3,2	6,5	6,4	6,3	6,1	82	"	1,1	"	0,0
29	766,4*	5,1	6,8	6,0	5,2	2,9	5,5	4,5	4,3	6,2	6,5	5,7	86	0,1	1,1	"	1,5
30	763,9	3,1	6,8	5,0	5,5	3,3	5,4	4,0	5,0	5,9	6,5	6,2	92	0,0	0,4	"	0,0
31	762,3	4,0	7,8	5,0	5,0	2,8	5,0	3,0	4,5	5,9	6,6	5,8	89	"	0,7	"	2,0

(6) La température normale est déduite de la courbe rectifiée des températures moyennes de soixante années d'observations. — (8) Moyennes des cinq observations. — Les degrés actinométriques sont ramenés à la constante solaire 100.

— (7) (9) (10) (11) (12) (13) (16) Moyennes des observations sexhoraires.

(*) Variations irrégulières.

DATES.	MAGNÉTISME TERRESTRE (moyennes diurnes). Déclinaison.	Inclinaison.	Intensité horizontale.	Intensité totale.	VENTS à 20 mètres. Direction moyenne.	Vitesse moyenne en kilomètres à l'heure.	Pression moyenne en kilogrammes par mètre carré.	DIRECTION DES NUAGES.	NÉBULOSITÉ (0 à 10).	REMARQUES.
	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	
1	17°.20',9	65°.36',9	1,9258	4,6450	N ¼ NE	faible.		»	10	Neige faible, mais continue.
2	20,9	37,0	9255	6447	NNW	presque nul.		»	10	Neige faible, mais continue.
3	21,2	36,7	9263	6458	N	faible.		»	10	Neige faible, mais continue.
4	20,7	36,6	9262	6451	N ¼ NW	modéré.		NNW	9	Neige rare et par intermittences.
5	20,4	36,7	9266	6464	N ¼ NE	assez fort.		»	10	Neige rare et par intermittences.
6	20,4	36,2	9270	6459	NNE	faible.		N ¼ NE	7	Légers flocons de neige tout le jour.
7	20,0	36,8	9259	6450	NNE	modéré.		ENE	4	Légers flocons vers le milieu du jour.
8	20,5	36,5	9256	6434	NW	faible.		NNE	10	Légers flocons, puis grésil et pluie la nuit.
9	21,1	36,6	9263	6454	N | NW	faible.		NNE	9	Brouillards peu denses.
						km	kg			
10	20,8	37,0	9263	6467	S à W	8,2	0,63	W	10	Le soir : neige, grésil et pluie.
11	20,9	36,6	9268	6467	WNW	11,2	1,18	NW	10	Continuellement pluvieux.
12	20,5	36,8	9271	6478	W	12,3	1,43	WNW	10	Continuellement pluvieux.
13	19,9	36,6	9277	6489	variable.	6,6	0,41	NNE	10	Le temps pluvieux avant le jour.
14	19,5	36,9	9274	6490	ESE	12,9	1,57	»	9	Uniformément couvert le jour.
15	20,4	36,6	9281	6496	E	3,7	0,13	»	1	Givre épais. Brouillards très-épais le soir.
16	19,5	37,0	9289	6529	SE	6,2	0,36	SSW	4	Givre épais matin et soir.
17	* 20,0	37,2	9289	6534	SE	6,7	0,42	SSW	6	Id. Id.
18	* 20,8	37,4	9291	6545	S	8,8	0,73	SSW k	1	Id. Id.
19	19,7	37,1	9297	6552	S	14,1	1,87	S	8	Temps pluvieux le soir.
20	20,0	37,2	9297	6555	S	21,3	4,27	»	8	Temps pluvieux le soir; rosée le matin.
21	20,0	37,1	9298	6553	S à W	»	»	WNW	9	Id. Id. Id.
22	19,6	36,6	9300	6543	SW	33,3	10,45	SW	8	Pluvieux matin et soir.
23	19,1	36,4	9302	6543	SW	»	»	SW k	1	Rosée matin et soir.
24	19,0	36,3	9312	6563	S à W	12,9	1,57	SW	8	Gelée blanche le matin.
25	* 19,0	36,7	9307	6563	WNW	14,3	1,93	WNW	3	Gouttes de pluie le matin.
26	19,2	36,8	9317	6589	WNW	6,7	0,42	NNW	10	Brouillards le matin; pluie fine le soir.
27	20,1	37,2	9317	6603	N	7,9	0,59	NNW	10	Pluvieux dans la matinée.
28	19,2	36,8	9325	6609	NE	9,1	0,78	NE à SE	10	Uniformément couvert.
29	18,7	37,0	9328	6622	NE à WNW	7,8	0,57	NE	8	Gouttes de pluie par intervalles.
30	19,2	36,7	9334	6628	NW	»	»	»	10	Pluie rare vers le milieu du jour.
31	* 18,7	36,6	9336	6629	NW à S	8,7	0,71	WSW	9	» »

(18 à 21) * Perturbations. (18, 19) Valeurs déduites des mesures absolues prises sur la fortification. (20, 21) Valeurs déduites des mesures absolues faites au pavillon magnétique.

(22) (25) Le signe W indique l'ouest, conformément à la décision de la Conférence internationale de Vienne.

(23) Vitesses maxima : le 20, 45km,4; le 21, 41km,7; le 22, 50km,0.

(25) La lettre k désigne les cirrhus dont la direction, quand ils sont visibles, est donnée de préférence à celle des autres nuages. — (A) L'anémomètre enregistreur est emporté à 7 heures du matin par une rafale.

Moyennes horaires et moyennes mensuelles (Décembre 1875).

	6h M.	9h M.	Midi.	3h S.	6h S.	9h S.	Minuit.	Moyennes.
Déclinaison magnétique .... 17° +	18',8	18',8	22',8	21',5	20',0	18',2	18',3	17°.20',0
Inclinaison » .... 65° +	36,6	36,8	36,9	36,7	36,8	36,9	36,9	65.36,8
Force magnétique totale .... 4,+	6523	6522	6514	6519	6520	6522	6519	4,6519
Composante horizontale ... . 1,+	9292	9289	9284	9289	9288	9287	9286	1,9288
Électricité de tension (1).......	»	»	»	»	»	»	»	»
Baromètre réduit à 0°	mm 758,73	mm 759,34	mm 759,21	mm 758,93	mm 759,24	mm 759,34	mm 759,23	mm 759,10
Pression de l'air sec.	753,72	754,34	753,89	753,54	753,93	754,06	754,05	753,89
Tension de la vapeur en millimètres	5,01	5,00	5,32	5,39	5,31	5,28	5,18	5,21
État hygrométrique	94,0	92,7	87,7	87,3	90,9	92,5	93,2	91,5
Thermomètre du jardin	1°,32	1°,56	3°,29	3°,53	2°,59	2°,38	1°,98	2°,30
Thermomètre électrique à 20 mètres	1,48	1,47	2,87	3,50	2,80	2,36	2,11	2,31
Degré actinométrique...................... .	0,00	7,34	24,82	10,67	0,00	»	»	8,57
Thermomètre du sol. Surface	0,70	1,40	3,97	3,22	1,69	1,76	1,32	1,92
» à 0m,02 de profondeur...	2,24	1,86	2,25	2,53	2,33	2,24	2,20	2,26
» à 0m,10 » ...	2,36	2,30	2,34	2,53	2,60	2,58	2,60	2,47
» à 0m,20 » ...	3,17	3,17	3,16	3,18	3,27	3,30	3,31	3,23
» à 0m,30 » ...	2,88	2,92	2,93	2,96	2,98	3,00	3,00	2,95
» à 1m,00 » ...	5,80	5,79	5,79	5,78	5,79	5,78	5,78	5,79
Udomètre à 1m,80	mm 5,0	mm 1,5	mm 0,9	mm 0,4	mm 1,6	mm 6,4	mm 6,6	mm t. 22,4
Pluie moyenne par heure	0,83	0,50	0,30	0,13	0,53	2,13	2,20	»
Évaporation moyenne par heure (16 jours) (2).	0,02	0,02	0,04	0,05	0,05	0,02	0,02	t. (11,3)?
Vitesse moy. du vent en kilom. par heure	11,63	9,61	10,60	11,36	10,86	10,91	11,69	11,04
Pression moy. du vent en kilog. par heure	1,28	0,87	1,06	1,21	1,11	1,12	1,29	1,15

Moyennes horaires.

Heures.	Déclinais.	Pression.	Température. à 2m.	Température. à 20m.	Heures.	Déclinais.	Pression.	Température. à 2m.	Température. à 20m.
1h matin....	17°.19',3	mm 759,12	1°,85	2°,05	1h soir......	17°.22',7	mm 759,04	3°,67	3°,31
2 »	20,7	58,96	1,77	1,99	2 »	22,4	58,94	3,75	3,52
3 »	21,4	58,80	1,71	1,91	3 »	21,5	58,92	3,55	3,51
4 »	21,1	58,66	1,63	1,82	4 »	20,8	59,00	3,21	3,34
5 »	19,9	58,63	1,51	1,67	5 »	20,1	59,13	2,85	3,05
6 »	18,8	58,72	1,32	1,48	6 »	20,0	59,24	2,60	2,80
7 »	18,2	58,93	1,21	1,33	7 »	19,8	59,31	2,47	2,59
8 »	17,9	59,16	1,27	1,30	8 »	19,0	59,34	2,41	2,46
9 »	18,8	59,34	1,55	1,47	9 »	18,2	59,34	2,39	2,37
10 »	20,4	59,42	2,07	1,83	10 »	17,6	59,32	2,29	2,29
11 »	22,1	59,36	2,71	2,35	11 »	17,8	59,28	2,13	2,21
Midi.........	22,9	59,20	3,30	2,88	Minuit.......	18,3	59,23	1,98	2,12

Thermomètres de l'abri (moyennes du mois.)

Des minima .... 0°,2 Des maxima .... 4°,7 Moyenne............. 2°,2

Thermomètres de la surface du sol.

Des minima .... 1°,0 Des maxima.. ..... 6°,6 Moyenne.... ... . 2°,8

Températures moyennes diurnes par pentades.

1875. Nov. 27 à Déc. 1....	−2°,1	Déc. 7 à 11....	−0°,5	Déc. 17 à 21...	4°,4
Déc. 2 à Déc. 6....	−3,7	» 12 à 16....	2,2	» 22 à 26...	6,6
				» 27 à 31...	6,0

(1) Unité de tension, la millième partie de la tension totale d'un élément Daniell pris égal à 28700.
(2) En centièmes de millimètre et pour le jour moyen.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 JANVIER 1876.

PRÉSIDENCE DE M. LE VICE-AMIRAL PÂRIS.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Secrétaire perpétuel donne lecture à l'Académie de la Lettre suivante de M. le Ministre de la Marine, qui lui est transmise par M. le Ministre de l'Instruction publique.

« Monsieur le Ministre et cher collègue, l'aviso *le Castor* va accomplir une mission hydrographique sur la côte septentrionale de l'Afrique, sous les ordres de M. le capitaine de vaisseau Mouchez, Membre de l'Institut.

» Si vous pensez que M. le commandant Mouchez, pendant la mission qui lui est confiée, pourrait être utile au développement des Sciences naturelles en recueillant des objets d'étude, soit pour le Muséum, soit pour l'Académie, j'ai l'honneur de vous offrir le concours du *Castor*, de son commandant et du personnel placé sous ses ordres.

» Vous voudrez bien, dans ce cas, Monsieur le Ministre et cher collègue, me faire parvenir vos instructions, que je m'empresserai de transmettre à M. le commandant Mouchez. »

(Renvoi aux Sections de Minéralogie, d'Anatomie et Zoologie, et de Botanique.)

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Critique expérimentale sur la formation de la matière sucrée dans les animaux*; par M. CL. BERNARD.

« Après avoir insisté, dans mes précédentes Communications (1), sur l'importance de certains préceptes de la méthode expérimentale, j'ai appelé l'attention de l'Académie sur l'utilité et même sur la nécessité d'introduire en Physiologie une critique scientifique rigoureuse. Je me propose aujourd'hui de commencer l'examen critique expérimental que j'ai annoncé dans ma Note du 20 décembre dernier, relativement à la formation de la matière sucrée dans les animaux et dans les végétaux.

» La nutrition des êtres vivants est si complexe et encore si peu connue qu'il n'est pas étonnant qu'autour de ces phénomènes se soient accumulées des notions fausses, des expériences imparfaites ou incomplètes avec des apparences contradictoires, qui jettent dans le plus grand embarras ceux qui veulent en tirer une conclusion précise. Ces obscurités et ces incertitudes ne pourront être dissipées que par une critique méthodique, qui ramènera chaque résultat à sa valeur réelle et chaque expérience à son déterminisme vrai. Nous ne chercherons pas ici, comme le font parfois certains auteurs, à concilier dans une opinion mixte toutes les idées et tous les faits successifs; nous essayerons, au contraire, de les réduire de façon à faire disparaître les résultats partiels dans des résultats de plus en plus généraux. Telle est, selon moi, l'œuvre de la critique, qui seule pourra désormais permettre à la science physiologique de se simplifier en s'étendant.

» J'examinerai, en premier lieu, les expériences relatives à la production de la matière sucrée chez les animaux. Cette question m'a dès longtemps préoccupé, et elle a éveillé, de tous côtés, les investigations des physiologistes depuis plus d'un quart de siècle. Toutefois, le sujet est loin d'être épuisé; son étude se poursuit toujours et se montre inépuisable, comme toutes les études de la nature vivante. Mais, il faut bien le dire, les expériences incomplètes et dépourvues de critique sont venues souvent, par leur multiplicité même, entraver le champ de l'expérimentation au lieu de l'aplanir. On voit à tout instant surgir des objections sans fondement sur des points résolus, et quelques doutes que m'a communiqués lundi dernier, dans la conversation, notre illustre et aimé confrère, M. Boussingault, m'ont démontré que les faits fondamentaux sur lesquels repose la démonstration

---

(1) *Comptes rendus*, séances du 26 octobre, du 29 novembre, du 20 décembre 1875.

de la glycogénèse animale sont loin d'être suffisamment connus. C'est pourquoi il m'a semblé utile, dans cet état de choses, de reprendre la question de la glycogénèse animale à son origine même, de retracer en quelques mots son développement, de préciser et d'affermir par la critique les connaissances déjà acquises, afin que, en servant de base première à une théorie générale de la formation de la matière sucrée dans les deux règnes, elles puissent éclairer et diriger plus sûrement les recherches nouvelles.

» C'est donc dans le but de mieux définir les points sur lesquels devra porter ultérieurement notre critique expérimentale que je demande à l'Académie la permission de lui présenter d'abord un rapide aperçu du sujet considéré dans son ensemble, en rappelant ceux de mes travaux qui s'y rattachent et en signalant successivement les diverses questions à traiter, d'après l'ordre suivant lequel elles ont fait leur apparition dans le domaine de la Science.

» I. Le sang de l'homme et des animaux est invariablement sucré. J'ai montré que cette glycémie constante dépend d'une fonction normale du foie. En effet, le tissu du foie est toujours imprégné de matière sucrée, quelle que soit la nature de l'alimentation. Ce fait est facile à constater; cependant il est resté longtemps inconnu. Il y a vingt-sept ans que l'expérimentation vint me le révéler, et les premiers résultats de cette découverte furent annoncés dans mes cours de l'année 1848 (1). Je répétai alors mes expériences devant des physiologistes et avec des chimistes (2), et bientôt après je fis connaître successivement, soit à l'Académie, soit dans divers recueils ou publications (3), l'ensemble de mes recherches, tendant à prouver que, chez les animaux, quelle que soit la classe à laquelle ils appartiennent, le foie est un organe formateur de la matière sucrée qu'on avait cru jusqu'alors être l'apanage exclusif du règne végétal.

» Mes expériences et mes idées trouvèrent des partisans, mais aussi des oppositions de la part des théories reçues. La plupart de ces travaux contradictoires ayant été apportés à cette Académie, ils furent examinés par

(1) Dans un pli cacheté déposé à l'Académie dans la séance du 28 août 1848, je consignai la plupart des faits que j'ai publiés plus tard.

(2) Voir ma Communication avec M. Barreswil. (*Comptes rendus*, t. XXVII, p. 514.)

(3) *Archives générales de Médecine*, octobre 1848. — *Mémoires de la Société de Biologie*, 1849. — *Nouvelle fonction du foie considéré comme organe producteur de matière sucrée*, 1853. — *Leçons de Physiologie appliquée à la Médecine*, 1855 (*Comptes rendus*, t. XXXIV, p. 416, etc.).

une Commission qui reconnut, par l'organe de son rapporteur, M. Dumas (1), l'exactitude de ce fait, que, chez un chien nourri de viande et sacrifié en état de digestion, on trouve le sang des intestins, qui entre dans le foie par la veine-porte, à peu près dépourvu de matière sucrée, tandis que le sang qui reflue de l'organe ou qui s'échappe par les veines sus-hépatiques en est toujours fortement chargé. Il était évident, par cette expérience, que du sucre prenait naissance dans le foie, et que sa formation y était indépendante des aliments sucrés ou féculents; car, chez des chiens nourris pendant des semaines, des mois et même une année exclusivement avec de la viande, on trouvait toujours les mêmes résultats.

» Vers la même époque je montrai, par d'autres expériences, que cette production physiologique du sucre dans le foie est soumise à l'influence du système nerveux, et qu'en blessant un point particulier du quatrième ventricule, non loin de l'origine des nerfs vagues, la matière sucrée se déverse surabondamment dans le sang au point de rendre l'animal rapidement diabétique (2). C'est l'ensemble de ces faits qui me porta à admettre dans l'organe hépatique une nouvelle fonction restée jusqu'alors ignorée, et à laquelle je donnai le nom de *fonction glycogénique* ou *glycogénésique du foie*.

» Mes observations m'avaient appris que cette fonction ne se développe qu'à un certain moment de la vie intra-utérine; mais j'avais fait remarquer qu'alors la matière sucrée ne fait pas pour cela défaut dans l'organisme en voie d'évolution. Je constatai du sucre dans les liquides allantoïdiens, amniotiques et dans l'urine, montrant que le diabète est, en quelque sorte, l'état normal chez le fœtus (3). Je signalai, en outre, particulièrement dans les muscles et dans les poumons, une substance pouvant donner naissance au sucre par une sorte de fermentation spéciale. J'ajoutai enfin quelques expériences relatives à l'influence de la matière sucrée sur le développement des cellules organiques. La glycogénèse me parut être dès lors, chez les animaux comme chez les végétaux, un phénomène physiologique général, accompagnant partout les manifestations de la vie (4).

» Tels sont les résultats principaux que je fis connaître à cette époque, et qui constituent ce que j'appellerai la première période de la glycogénie

---

(1) Voir *Comptes rendus*, t. XL, p. 1281.
(2) *Comptes rendus*, t. XXXVIII, p. 393.
(3) *Comptes rendus*, t. XXXI, p. 659.
(4) Voir *Leçons de Physiologie appliquée à la Médecine;* 1855.

animale, s'étendant de 1848 à 1855. Les physiologistes de tous les pays répétèrent mes expériences; l'Académie de Suède, en 1857, mit au concours la question de la glycogénie. M. Schiff, alors à Berne et aujourd'hui professeur à Florence, répondit à cet appel par un volume, publié en 1859 sous ce titre : *Recherches sur la formation du sucre dans le foie, et sur l'influence du système nerveux sur la production du diabète* (1).

» II. Mais il ne suffisait pas d'avoir constaté la formation du sucre dans le foie, il fallait pénétrer plus avant dans le phénomène et chercher à saisir son mécanisme : c'est là ce que j'appelle la seconde période de la question. Elle sera marquée par l'*expérience du foie lavé* et par la découverte de la *matière glycogène*, découverte qui vint, en quelque sorte, changer la face du problème en le rattachant à une des questions les plus ardues de la Physiologie générale, celle de la nutrition intime des tissus.

» Les théories de la nutrition ont toujours fait jouer au sang le rôle principal dans les mutations chimiques qui s'opèrent au sein de l'organisme vivant. Lehmann, Frerichs et Schmidt étaient certainement sous l'influence de ces idées quand, voulant expliquer la formation du sucre dans le foie, ils cherchèrent cette explication dans la modification directe des matériaux du sang qui traverse cet organe. Lehmann (2) admit que le foie accomplissait sa fonction glycogénique en dédoublant les matières albuminoïdes du sang (fibrine) en sucre et en d'autres substances azotées, qui, peut-être, entraient dans la constitution des principes azotés de la bile. Frerichs (3) pensa également que le sucre se formait dans le foie, parce que les matières azotées du sang s'y dédoublaient, en donnant naissance à de l'urée et à du sucre. Enfin Schmidt (4), dont le travail est antérieur à ceux de Lehmann et de Frerichs, supposa que la production du sucre dans les animaux dépendait d'une oxydation des matières grasses dans le sang. Ce sont là, on le voit, autant d'hypothèses, dont les auteurs ont pu, il est vrai, donner les formules chimiques rationnelles, mais qu'ils n'ont pas soumises à la sanction de l'expérience.

» De mon côté, j'avais aussi été amené à rechercher expérimentalement le mode de formation du sucre dans le foie, mais j'arrivai à comprendre

(1) *Untersuchung über die Zuckerbildung in der Leber und den Einflus der Nervensystems auf Erzeugung der Diabetes*, von J.-M. Schiff; Wurtzburg, 1859.

(2) *Comptes rendus*, t. XL, p. 587.

(3) *Handworterbuch der Physiologie*, Wagner; t. III, Ire Partie, art. *Digestion*.

(4) *Carakteristik der epidemischen Cholera, etc.*, p. 164.

tout autrement son mécanisme; j'ai montré en effet que, au lieu de chercher immédiatement *dans le sang* la substance qui précède le sucre et qui lui donne naissance, il fallait au contraire la placer dans le *tissu hépatique* lui-même. Il ne sera pas sans intérêt, je crois, de rappeler brièvement comment j'ai été conduit à cette découverte; cela prouvera une fois de plus que, dans les phénomènes complexes de la Physiologie, le plus petit fait en apparence peut devenir l'origine de résultats féconds et imprévus quand l'esprit s'en empare et s'attache à sa poursuite. Voici dans quelles circonstances mon attention fut éveillée : je faisais des analyses du tissu du foie chez des chiens et des lapins pour connaître sa richesse en sucre dans diverses conditions d'alimentation déterminées. Je pratiquais ces analyses suivant un procédé que j'ai indiqué dans mes leçons (1), et, à l'aide de la méthode des liqueurs cuivriques titrées, je répétais ordinairement deux ou trois fois l'analyse du même tissu hépatique, afin d'écarter, autant que possible, les causes d'erreurs imprévues et accidentelles. Or je fus frappé des discordances fréquentes et parfois considérables que je rencontrais dans les analyses du tissu du même foie. Je crus d'abord à une richesse sucrée différente dans les diverses parties de l'organe hépatique : je vis bientôt qu'il n'en était rien. Dans cet état de choses, que me restait-il à faire? Fallait-il prendre la moyenne des analyses divergentes et la donner comme l'expression de la vérité? Évidemment non. Des écarts qui se montraient avec tant de persistance devaient avoir une raison; je résolus de la chercher, et je multipliai mes analyses dans les conditions les plus différentes possible. Je vis alors que ces variations avaient un sens, et que généralement les analyses que je faisais les dernières étaient plus riches que les premières. Je précisai encore davantage les conditions et je répétai mes expériences non-seulement avec les liquides cuivriques, dont la réaction sucrée est empirique, mais avec la fermentation alcoolique, qui constitue une méthode plus sûre. Je finis enfin par me convaincre que le foie, après qu'il a été extrait du corps de l'animal, continue sa fonction glycogénique et s'enrichit bien réellement et très-rapidement en matière sucrée, pendant un certain temps, après lequel la quantité reste à peu près fixe. Ce fut là un fait bien imprévu et bien instructif; il nous montre dans toute son évidence la mobilité des propriétés vitales, en même temps qu'il nous fait sentir la délicatesse et toutes les difficultés des analyses chimiques appliquées aux liquides et aux tissus de l'organisme. Un même tissu organique analysé

(1) *Leçons de Physiologie appliquée à la Médecine*, p. 58; 1855.

exactement de la même façon, mais à un quart d'heure, que dis-je? à cinq, à deux minutes de distance, n'est plus le même tissu et ne donne pas des analyses comparables. Et ce que je dis ici ne s'applique pas seulement à un cas particulier, au tissu du foie, c'est un fait général : tous les tissus, tous les liquides animaux, au dedans comme au dehors de l'organisme, nous présentent une mutation chimique rapide et incessante. Bientôt je demanderai à l'Académie la permission de revenir sur ce sujet et d'y insister, afin de montrer que cette partie de la Science qu'on désigne aujourd'hui sous le nom de *Chimie biologique* ne pourra réellement atteindre son but qu'autant qu'elle reposera sur une base physiologique solide. »

THERMOCHIMIE. — *Recherches sur l'aldéhyde;* par M. **Berthelot.**

« 1. J'ai mesuré la chaleur dégagée par la transformation de l'aldéhyde en acide acétique.

» 2. Étudions d'abord le procédé chimique employé. Cette oxydation peut être effectuée très-nettement au moyen du permanganate de potasse, à condition d'opérer comme il suit. On dissout dans l'eau un poids connu d'aldéhyde; d'autre part, on prend une solution de permanganate très-pur (renfermant 20 grammes au litre) sous un volume connu, double à peu près de celui qui serait nécessaire pour fournir l'oxygène nécessaire à la métamorphose. On mélange la solution de permanganate avec trois fois son volume d'une solution d'acide sulfurique pur qui contient 1 équivalent (49 grammes) par litre; cela fait à peu près 24 équivalents d'acide sulfurique pour 1 équivalent de permanganate. On ajoute à cette liqueur, d'un seul coup et à la température ordinaire, la solution aqueuse d'aldéhyde, on mêle, on agite : il se produit aussitôt un abondant précipité d'oxyde manganique, lequel ne se redissout pas, malgré le grand excès d'acide sulfurique; on verse alors dans la liqueur une solution titrée d'acide oxalique, en proportion double à peu près de celle qui serait nécessaire pour compléter la réduction. La liqueur s'éclaircit et se décolore en moins de deux minutes. Il ne reste plus qu'à y verser goutte à goutte une solution titrée de permanganate, jusqu'à ce que la liqueur prenne la teinte rosée qui caractérise ce genre de dosage.

» En retranchant de l'oxygène disponible du permanganate (dosé à l'avance au moyen de l'acide oxalique) l'oxygène pris par l'acide oxalique, la différence est égale à l'oxygène pris par l'aldéhyde. J'ai trouvé, dans des dosages faits sur les liqueurs mêmes des expériences calorimétriques, que

1 équivalent d'aldéhyde, $C^4H^4O^2 = 44^{gr}$, absorbe $16^{gr},0$ et $16^{gr},05$ d'oxygène, c'est-à-dire précisément 2 équivalents ou O^2.

» On arrive sensiblement au même résultat en versant peu à peu le permanganate (en quantité à peu près triple de la proportion théorique) dans une solution obtenue par le mélange de l'acide sulfurique étendu et de l'aldéhyde dissous récemment dans l'eau, puis en réduisant complétement la liqueur brune au moyen de l'acide oxalique.

» En ajoutant l'aldéhyde dissous à un mélange d'acide sulfurique étendu et de permanganate, qui contenait seulement une proportion équivalente d'oxygène, on a trouvé que la réduction s'opère d'une façon très-incomplète. Le titrage, opéré après quelque temps et au moyen de l'acide oxalique, indique que l'aldéhyde a pris seulement les $\frac{2}{5}$ de l'oxygène; comme si le précipité renfermait un permanganate manganique basique, tel que Mn^2O^7, Mn^2O^3; mais je n'en ai pas vérifié l'existence.

» 3. Ces résultats acquis, il est facile de les appliquer à la mesure de la chaleur dégagée dans la transformation de l'aldéhyde en acide oxalique.

» *Première phase.* — Soit un poids connu d'aldéhyde bien pur, $0^{gr},783$ par exemple; dissolvons-le dans 100 centimètres cubes d'eau; prenons la température de cette liqueur. D'autre part, plaçons dans le calorimètre 300 centimètres cubes d'acide sulfurique étendu ($49^{gr} = 1^{lit}$); versons-y 100 centimètres cubes d'une solution titrée de permanganate ($20^{gr} = 1^{lit}$); mesurons la chaleur dégagée par ce mélange et suivons la marche du thermomètre pendant quelques minutes. Cela fait, ajoutons la solution d'aldéhyde et suivons encore la marche du thermomètre : l'oxydation commence aussitôt; en moins d'une minute la température a monté de plus de $2^{\circ},5$; le maximum est atteint six à huit minutes après. Il dure deux minutes; puis le refroidissement s'opère, et l'on en suit la marche pendant un quart d'heure. C'est la première phase. La chaleur totale qu'elle dégage a été trouvée égale en moyenne à $+ 83,2$ pour $C^4H^4O^2 = 44^{gr}$; mais il convient de ramener l'oxydation du manganèse à un état mieux défini.

» *Deuxième phase.* — On place dans une fiole 100 centimètres cubes d'une solution titrée d'acide oxalique pur ($90^{gr} = 4^{lit}$); on en mesure la température et on la verse dans le calorimètre : la température s'y élève aussitôt. En trois minutes un nouveau maximum se produit; en même temps la liqueur se décolore et s'éclaircit. On suit la marche du thermomètre pendant un quart d'heure. Enfin on dose l'excès d'acide oxalique.

» *Calculs.* — La chaleur totale dégagée pendant les deux phases est facile à calculer; elle représente l'oxydation d'un poids connu d'aldéhyde et celle

d'un poids d'acide oxalique, également connu d'après le dernier dosage : l'oxygène fixé sur l'aldéhyde doit répondre à 2 équivalents, comme il a été dit, ce qui constitue une vérification. Enfin on connaît l'excès de chaleur fourni par le permanganate, par rapport à une oxydation faite à l'aide de l'oxygène pur, dans la condition des expériences.

» 4. Tout calcul fait, $C^4H^4O^2$ (dissous) + O^2 (gaz) = $C^4H^4O^4$ (dissous), à 14 degrés, a dégagé + 66,2 et + 67,6, en moyenne... + 66,8.

» J'ai voulu connaître la quantité de chaleur correspondante pour l'aldéhyde et l'acide acétique purs sous leurs divers états; or j'ai déjà trouvé :

$C^4H^4O^2$ liquide + $120H^2O^2$, à 23 degrés, dégage	+ 3,6
$C^4H^4O^4$ liquide + $100H^2O^2$, à 14 degrés, dégage	+ 0,3
$C^4H^4O^4$ solide absorbe, en fondant	− 2,5
$C^4H^4O^4$ liquide, en devenant gazeux, d'après Favre et Silbermann, absorbe..	− 9,1

J'ai déterminé la chaleur de vaporisation de l'aldéhyde, à la température ordinaire, soit pour $C^4H^4O^2$ 5,99 et 6,01; en moyenne... − 6,00.

» On déduit de ces nombres

$C^4H^4O^2$ pur + O^2 = $C^4H^4O^4$ liquide dégage....	+ 70,1
$C^4H^4O^2$ pur + O^2 = $C^4H^4O^4$ solide »	+ 67,6
$C^4H^4O^2$ gaz + O^2 = $C^4H^4O^4$ gaz »	+ 70,0

valeurs voisines de l'oxyde de carbone et de l'hydrogène; car

C^2O^2 gaz + O^2 = C^2O^4 gaz dégage..............	+ 69
H^2 gaz + O^2 = H^2O^2 gaz »	+ 59

» 5. *Formation* : 1° *depuis les éléments*. — Cette formation se déduit de celle de l'acide acétique : $C^4 + H^4 + O^4 = C^4H^4O^4$ liquide dégage + 116 (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. VI, p. 412); donc

C^4 (diamant) + H^4 + O^2 = $C^4H^4O^2$ liquide dégage + 46; gaz... + 40

» 2° Avec l'*éthylène* : $C^4H^4 + O^2 = C^4H^4O^2$ gaz dégage + 48; réaction directe que j'ai réalisée au moyen de l'acide chromique.

» 3° L'*alcool* décomposé par la chaleur rouge :

$C^4H^6O^2$ gaz = $C^4H^4O^2$ gaz + H^2 absorbe... − 24 environ;

par oxydation, il y a, au contraire, dégagement de chaleur :

$C^4H^6O^2$ gaz + O^2 = $C^4H^4O^2$ gaz + H^2O^2 gaz dégage....	+ 35
Tous les corps liquides, sauf l'oxygène..............	+ 41

» 4° La réduction de l'*acide acétique* :

$C^4H^4O^4$ gaz + H^2 = $C^4H^4O^2$ gaz + H^2O^2 gaz absorberait. − 11;

aussi n'a-t-elle pas lieu par réaction directe.

» 6. *Chaleur de combustion:*

$$C^4H^4O^2 \text{ liquide} + O^{10} = 2C^2O^4 + 2H^2O^2 \text{ liquide} \ldots\ldots + 280$$
$$\text{» gaz} + O^{10} = 2C^2O^4 + 2H^2O^2 \text{ gaz} \ldots\ldots\ldots + 266$$

» 7. *Réactions principales:*

» *Hydrogène.* — Formation de l'alcool (réaction indirecte):

$$C^4H^4O^2 \text{ liquide} + H^2 = C^4H^6O^2 \text{ liquide} + 28;\ \text{tous gaz}: + 32$$
$$C^4H^4O^2 \text{ gaz} + H^2 = C^4H^6 + \text{gaz dégagé} \ldots\ldots\ldots + 37$$

réaction qui équivaut à peu près à la réduction réelle de l'aldéhyde par l'acide iodhydrique.

» *Oxygène.* — Formation de l'acide acétique: + 70.

» *Chlore et halogènes* (état actuel de tous les composants):

Chlorure acétique.	$C^4H^4O^2 + Cl^2 = C^4H^3ClO^2 + HCl$: + 39,5		
Bromure........	$C^4H^4O^2 + Br^2 = C^4H^3BrO^2 + HBr$: + 16;	Br^2 gaz:	+ 23,0
Iodure..........	$C^4H^4O^2 + I^2 = C^4H^3IO^2 + HI$: — 9,8;	I^2 gaz:	— 0,8

J'ai déjà remarqué que ces chiffres négatifs, pour les composés iodés, répondent à l'impossibilité d'une formation directe.

» *Chaleur.* — Décompositions pyrogénées (produites par une énergie étrangère aux affinités chimiques):

$$C^4H^4O^2 \text{ gaz} = C^2H^4 + C^2O^2 \ldots\ldots\ldots\ldots - 5,5$$
$$C^4H^4O^2 \text{ gaz} = C^4H^2 + H^2O^2 \text{ gaz} \ldots\ldots - 45. \text{ »}$$

THERMOCHIMIE. — *Union des carbures d'hydrogène avec les hydracides et les corps halogènes;* par M. BERTHELOT.

« 1. C'est le mode le plus direct de la formation des éthers. Je n'ai pas essayé d'étudier la réaction des hydracides sur l'éthylène, parce qu'elle est trop lente, ni même sur le propylène; mais j'ai employé l'amylène.

» 2. Voici comment j'opère. Je prends un poids connu d'amylène, 1gr,5 à 3 grammes par exemple, et un poids connu d'une solution aqueuse d'hydracide saturé à basse température; ces deux corps étant contenus dans des ampoules et le poids de la solution acide étant quinze à vingt fois aussi grand que celui du carbure d'hydrogène. Je place les deux ampoules dans un large tube de verre mince, plongé dans un calorimètre qui renferme 500 grammes d'eau: le tout se met en équilibre de température.

» Cela fait, je brise les ampoules, par des secousses convenables, ou bien encore à l'aide d'une baguette adaptée au bouchon du large tube, à l'aide d'un caoutchouc dans lequel elle peut glisser. J'agite vivement le

tube, sans le toucher directement. La réaction s'opère aussitôt, elle dégage très-peu de chaleur; le maximum est atteint au bout de cinq à six minutes et ne dure pas plus de deux à trois minutes. La correction du refroidissement est insensible, à cause de la faiblesse de l'élévation de température. On calcule dès lors aisément la chaleur dégagée, Q_1. Cette quantité représente la somme des trois effets suivants : séparation d'une certaine quantité d'hydracide de l'eau, dans une solution saturée; combinaison de cet hydracide avec le carbure, et réaction de l'eau séparée sur le surplus de la solution d'hydracide. Or le premier et le dernier effet peuvent être calculés, d'après mes tables relatives à la dissolution des hydracides (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. IV, p. 467).

» On peut d'ailleurs contrôler ce calcul par une expérience directe. En effet, après l'expérience précédente, il suffit de briser le large tube, de façon à mélanger son contenu avec l'eau du calorimètre, et à mesurer la chaleur Q_2 dégagée dans cette nouvelle opération. D'autre part, on dissout dans la même quantité d'eau un poids de la solution acide, à peu près égal à celui de l'expérience principale, et l'on mesure la chaleur dégagée. Un calcul facile permet de tirer de là la chaleur, Q, que le poids de la solution concentrée d'hydracide, employé pour réagir sur le carbure, aurait dégagé, si cette solution concentrée d'hydracide avait agi d'abord sur l'eau pure. La différence entre cette quantité et la somme des deux précédentes : $Q-(Q_1+Q_2)$, représente la chaleur qui se dégagerait si l'on séparait la portion d'hydracide combinée au carbure, pour la dissoudre dans un grand excès d'eau.

» Cette portion d'hydracide entrée en combinaison doit être déterminée après par l'essai alcalimétrique de la liqueur; méthode qui laisse un peu à désirer, la portion combinée étant une fraction minime du total.

» On peut encore recueillir le produit de la première réaction et déterminer, par deux séries de distillations fractionnées, les proportions relatives d'éther formé et de carbure (amylène ou hydrure d'amylène) non combiné. Dans les conditions de mes expériences, le carbure non combiné représentait environ le cinquième du carbure primitif. La proportion était à peu près la même avec les trois hydracides : similitude de résultats qui m'a surpris, car j'avais cru *a priori* que l'acide chlorhydrique se combinait plus lentement que les deux autres. Ce genre d'analyse est assez grossier; mais, par une circonstance curieuse, les erreurs qui peuvent en résulter, pour la réaction rapportée aux hydracides gazeux, sont peu considérables, attendu que la séparation de l'hydracide de sa liqueur saturée, pour s'unir au carbure, dégage très-peu de chaleur.

» 3. Voici les chiffres que j'ai obtenus par le calcul, comme représentant la différence entre les chaleurs dégagées par l'hydracide gazeux s'unissant tour à tour avec le carbure, pour former un éther, et avec l'eau, pour former une solution saturée :

$C^{10}H^{10}$ liquide	+ HI	(densité 1,98)	+1,7
$C^{10}H^{10}$ »	+ HBr	(» 1,79)	+0,8
$C^{10}H^{10}$ »	+ HCl	(» 1,20)	+0,95

» Une erreur d'un cinquième sur la proportion d'éther formé ferait varier ces nombres du tiers environ, soit $\pm$ 0,3 à $\pm$ 0,5; erreur probable dont la valeur absolue ne s'accroît pas lorsqu'on rapporte les réactions aux gaz. On voit que la réaction du carbure sur les hydracides étendus donnerait lieu, si elle était possible, à une absorption de chaleur.

4. $C^{10}H^{10}$ liquide	+ HI gaz	+17,6
$C^{10}H^{10}$ »	+ HBr »	+15,2
$C^{10}H^{10}$ »	+ HCl »	+14,8

» 5. Enfin j'ai mesuré la chaleur de vaporisation de l'amylène :

$C^{10}H^{10}$ (70^{gr}), vaporisé à 12°,5 dans un courant d'air, a absorbé — 5,25 et — 5,25 dans deux essais très-concordants.

» 6. D'où résulte finalement

$C^{10}H^{10}$ gaz + HI gaz	= $C^{10}H^{10}$ HI liq.	+22,9
$C^{10}H^{10}$ » + HBr »	= $C^{10}H^{10}$ HCl »	+20,5
$C^{10}H^{10}$ » + HCl »	= $C^{10}H^{10}$ HBr »	+20,0

valeurs très-voisines les unes des autres; si les éthers étaient gazeux, elles le demeureraient également, étant réduites vers + 12 à + 14^{Cal}.

» 7. Dans l'état actuel, ces valeurs sont beaucoup plus faibles que la chaleur de formation du chlorhydrate d'ammoniaque solide (+ 42,5), du bromhydrate (+ 45,6), de l'iodhydrate (+ 44,2); mais elles sont, au contraire, comparables à la chaleur de formation du cyanhydrate d'ammoniaque solide (+ 20,5) et du sulfhydrate (+ 23,0). C'est un nouveau rapprochement entre les éthers et les sels des hydracides.

» 8. J'ai étudié la réaction du brome sur l'éthylène, comme fournissant l'exemple le plus net de la combinaison d'un carbure avec un corps halogène, sans réaction secondaire notable.

» *Bromure d'éthylène.* — Je prends une fiole de 500 à 600 centimètres cubes; j'y place une ampoule scellée renfermant un poids connu de brome pur, tel que 2^{gr},864, moindre que celui qui pourrait saturer ce volume d'éthylène;

je remplis la fiole d'éthylène pur, par déplacement; je la place dans un calorimètre plein d'eau. Je brise alors l'ampoule, en agitant la fiole : il se forme aussitôt du bromure d'éthylène, avec absorption du gaz. On débouche de temps en temps la fiole, pour empêcher le vide de s'y produire. On lit en même temps le thermomètre. Au bout de dix minutes, le brome a entièrement disparu et l'atmosphère de la fiole est décolorée.

» J'ai trouvé ainsi : C^4H^4 gaz $+ Br^2$ liquide $= C^4H^4Br^2$ liquide... $+ 29,3$;
d'où C^4H^4 gaz $+ Br^2$ gaz $= C^4H^4Br^2$ liquide... $+ 36,5$.

» La moitié de ce chiffre, $+ 18,2$, ne s'écarte guère de la chaleur dégagée dans la formation du bromhydrate d'amylène : $+ 20,5$.

» La formation de $C^4H^4Br^2$ gazeux dégagerait environ $+ 28$, chiffre un peu plus fort que $H^2 + Br^2 = 2HBr$, soit $+ 24,8$. »

ASTRONOMIE. — *Mesures micrométriques prises pendant le passage de Vénus;* par M. E. **Mouchez**.

« L'observation des contacts du passage de Vénus est, comme on le sait, rendue fort difficile par des phénomènes lumineux qui surviennent lorsque la distance des disques est plus petite que 2 ou 3 secondes d'arc. Il se produit alors des jeux de lumière variés, des apparences objectives ou subjectives, qui varient selon la puissance des lunettes employées, selon la plus ou moins grande pureté de l'atmosphère et très-probablement aussi selon l'expérience et l'habileté de l'observateur.

» Au lieu d'avoir à constater l'heure précise d'un contact géométrique, comme devait le supposer Halley, l'ingénieux auteur de cette méthode, on assiste le plus souvent à un phénomène sans solution de continuité bien tranchée; et, quand il en survient une, comme la rupture de ce que l'on désigne sous le nom de *goutte* ou *filament noir*, rien ne prouve qu'elle coïncide avec l'heure exacte du contact; aussi deux observateurs placés à côté l'un de l'autre trouvent-ils souvent des apparences très-différentes et des désaccords de 10 à 20 secondes pour l'heure d'une même phase; on en voit même qui déclarent ne pouvoir fixer aucune heure avec quelque probabilité d'exactitude.

» L'expérience semble démontrer aujourd'hui que, dans les meilleures conditions, on ne peut guère compter sur une approximation de plus de 5 à 6 secondes pour l'heure d'un de ces contacts et qu'on peut souvent commettre de beaucoup plus grandes erreurs.

» Cette difficulté d'observation, déjà signalée au dernier siècle, a engagé beaucoup d'astronomes à faire, en 1874, des observations micrométriques et décidé l'emploi général de la Photographie; mais ces derniers procédés reviennent à la mesure directe de la parallaxe, que Halley voulait précisément éluder par l'observation de l'heure des contacts; ils exigent une telle précision pour améliorer la valeur aujourd'hui adoptée de la parallaxe, que d'autres astronomes non moins compétents ont nié leur utilité.

» C'est ainsi que la majorité de la Commission française, tout en adoptant les procédés photographiques, ne crut pas devoir recommander spécialement les mesures micrométriques, et nos lunettes ne furent pourvues que de micromètres à fils, dont l'emploi exige une très-grande stabilité d'instrument.

» Cependant, sous un ciel aussi nuageux que celui de Saint-Paul, où il y avait tant de chances de manquer plusieurs contacts, il était difficile de se résigner à contempler impassiblement pendant quatre heures la lente marche de Vénus sur le disque du Soleil, sans essayer d'utiliser un phénomène aussi rare, et de faire des mesures qui pourraient, jusqu'à un certain point, consoler l'observateur d'avoir manqué les contacts. Je pris donc toutes les précautions nécessaires pour faire ces mesures aussi exactes que le permettaient les circonstances peu favorables où nous nous trouvions et dans l'espoir qu'elles auraient une valeur comparable à celle des photographies, puisqu'elles seraient faites avec une lunette plus puissante et sur des disques plus nettement dessinés que sur les meilleures épreuves daguerriennes.

» Malheureusement notre lunette de 8 pouces était trop faiblement montée pour résister aux violentes rafales qui ébranlaient notre observatoire; de continuelles vibrations de plusieurs secondes d'arc faisaient osciller les deux fils du micromètre sur les deux points dont on cherchait la mesure, et rendaient impossible tout pointé un peu précis. Malgré ces mauvaises conditions, si nos nombreuses séries de distances des bords ne semblent pas pouvoir donner de résultats bien utiles, une série de distances des cornes prises près du deuxième contact fait espérer que ces observations bien faites pourraient avoir une valeur à peu près égale à celle des contacts.

» Si l'on examine le tableau de la marche relative des deux astres, on voit que, pendant que, aux environs des contacts, la distance des bords

varie d'environ 2 secondes d'arc par minute de temps, celle des cornes varie de la manière suivante :

1re minute avant ou après le contact	....	21″
2^{e} »	....	9
3^{e} »	....	7
4^{e} »	....	5
5^{e} et 6^{e} »	....	4
7^{e} et 8^{e} »	....	3
9^{e} »	....	2

» Il est malheureusement tout à fait impossible de profiter de la très-rapide variation des deux premières minutes, à cause de l'indécision des cornes, formées alors par des angles trop obtus; mais, à partir de la troisième minute jusqu'à la sixième ou la septième, les angles deviennent de mieux en mieux dessinés, et la variation, qui est encore deux fois plus grande que celle de la marche relative des deux astres, permet d'obtenir des résultats d'une grande valeur et en assez grand nombre pour atténuer sensiblement l'erreur des pointés. J'ai pu faire ainsi trois séries de mesures de l'échancrure : une avant le premier contact et les deux autres avant et après le troisième; mais ces deux dernières, contrariées par le temps, ont été faites dans de moins bonnes conditions que la première. La comparaison préalable des courbes provenant du calcul et de l'observation m'ayant inspiré une certaine confiance dans les résultats obtenus, j'ai cherché le meilleur procédé d'utiliser ces observations.

» M. Cornu a proposé, dans un Mémoire présenté à la Commission du passage de Vénus, de calculer, à l'aide des diverses observations, l'ellipse osculatrice à la branche de la courbe, à très-peu près elliptique, formée par la variation des distances des cornes, en prenant les temps pour abscisses, et d'en déduire, par extrapolation, l'heure du contact.

» M. Lœwy, auquel j'ai communiqué mes observations, a employé une méthode un peu plus rigoureuse : il a fait calculer au Bureau des Longitudes, pour l'heure de chaque distance observée, la distance que l'on obtient à l'aide des éléments tirés des Tables. La différence des positions obtenues par le calcul et l'observation est fonction des erreurs de tous les éléments employés : $\frac{1}{2}$ diamètre, déclinaison, ascension droite et parallaxe. Mais, pendant le court intervalle de quatre à cinq minutes que dure l'observation, on peut supposer constante la somme de ces erreurs; on peut en outre supposer que cette erreur totale produit simplement un changement d'heure pour une même distance donnée; il est donc aisé de

conclure de chaque distance observée une heure correspondante du contact. Ce travail a été fait pour la première série de huit mesures prises avant le deuxième contact. Le calcul n'est pas terminé pour les deux autres séries, qui sont d'ailleurs beaucoup plus douteuses.

» L'heure observée de ce deuxième contact était $7^h 39^m 2^s,8$.

» La moyenne des huit résultats de la mesure des cornes a donné, pour ce contact calculé, $7^h 39^m 3^s,5$ avec une erreur probable de 3 à 4 secondes.

» Comme on pouvait craindre des différences considérables sur l'heure d'une même phase obtenue par des procédés si différents, cet accord remarquable devra inspirer une grande confiance dans cette méthode, s'il n'est pas dû à une circonstance toute fortuite, ce que feront bientôt connaître les résultats obtenus par les autres missions. Il y aurait lieu, dès lors, de recommander tout spécialement ces mesures micrométriques dans les instructions que l'on préparera pour le prochain passage de Vénus, en étudiant d'avance les procédés à employer pour les obtenir avec toute l'exactitude que comportent nos instruments modernes.

» Peut-être trouvera-t-on ainsi que ce n'est pas l'observation directe des contacts, trop compliqués par des phénomènes lumineux accessoires non prévus par Halley, mais bien la mesure de l'échancrure formée entre la troisième et la sixième minute qui précède ou suit un contact qui fournira le procédé le plus exact pour obtenir la position relative des deux astres et en déduire la parallaxe solaire. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Des causes d'insuccès dans la recherche de minimes quantités d'iode ;* par M. **Ad. Chatin**.

« Plusieurs chimistes m'ayant fait l'honneur de me demander le détail des procédés que j'ai suivis dans les recherches, déjà anciennes, qui m'ont conduit à la constatation de la présence de l'iode dans un grand nombre de corps et de produits naturels, j'ai cru devoir écrire la présente Note, qui sera ma réponse à chacun de mes savants correspondants.

» On n'a peut-être pas oublié les vives controverses que soulevèrent devant l'Académie des Sciences, il y a environ vingt ans, mes recherches sur l'existence de petites quantités d'iode dans la plupart des corps de notre planète (eaux, plantes, animaux, terre arable, minerais, soufre, phosphore, fer, zinc, plomb, cuivre, etc.), ainsi que dans les aérolithes.

» D'habiles chimistes contestèrent longtemps, et l'on peut dire pied à

pied, l'exactitude de mes observations, depuis la découverte, cependant si facile à vérifier, de l'iode dans les plantes d'eau douce, jusqu'à celle de ce corps dans l'atmosphère, milieu dans lequel l'iode s'élève avec les vapeurs d'eau pour en retomber avec les pluies et la rosée. Ils crurent pouvoir mettre sur le compte de l'impureté des réactifs des résultats qui ne s'accordaient pas avec ceux de leurs propres recherches.

» Cependant le fait nouveau de la diffusion générale de l'iode fut mis hors de toute contestation, d'abord par la Commission de l'Académie des Sciences (M. Bussy rapporteur) appelée à la constater, surtout par mon illustre et excellent maître, M. le baron Thenard, qui installa (ayant pour aide notre éminent confrère, M. Paul Thenard) un appareil à laver l'air au milieu de ses bois de la Bourgogne, bien loin des laboratoires des chimistes et des usines de l'industrie; puis, à diverses époques, par les recherches de vérification auxquelles j'appelai, à la Monnaie, au Collége de France, à la Sorbonne et au Conservatoire des Arts et Métiers, mes savants, mais, sur le point spécial, inexpérimentés contradicteurs.

» On peut se faire une idée des précautions spéciales à apporter dans la recherche des minimes quantités d'iode, en considérant qu'un très-habile chimiste, qui niait la présence de ce corps dans l'atmosphère, parce qu'il l'avait inutilement cherché au Collége de France, dans le produit du lavage de 6 mètres cubes d'air dans 2 litres d'eau distillée, fut amené à reconnaître (en présence de MM. Balard et Berthelot) que ce corps existait en telle proportion dans cette même eau distillée seule, qu'il suffisait de $\frac{1}{2}$ litre de celle-ci pour y constater sûrement sa présence.

» C'est ainsi encore qu'à un autre chimiste affirmant que l'iode ne se trouvait à la Havane, ni dans l'eau des rivières, ni dans les eaux pluviales, ni dans les terres et les plantes venues sur celles-ci, je pus répondre que l'iode existait en quantité suffisante dans un seul cigare de la Havane pour qu'on l'y retrouvât d'une façon certaine.

» Ayant constaté la présence de l'iode, en proportion notable, dans les minerais du fer et même dans les composés (terres, marbres, etc.) simplement rougis par l'oxyde de ce corps, j'avais formulé cette proposition, qui fut tout naturellement contestée : l'*iode est le satellite du fer;* et voici qu'aujourd'hui l'industrie arrive à extraire l'iode des phosphates ferrugineux rendus acides pour les besoins de l'agriculture.

» Quelles sont donc, dans la recherche de l'iode, les précautions dont l'oubli a conduit fatalement de très-savants chimistes à des résultats négatifs?

» Ces précautions sont des plus simples, et il me suffira de peu de mots pour les indiquer. Je prendrai comme exemple la recherche de l'iode dans une eau douce ou potable commune, les opérations pour reconnaître l'existence de l'iode dans les autres matières pouvant, en somme, être ramenées à celles qu'exige l'examen de ces eaux.

» 1° Il est nécessaire de précipiter, par un *excès de carbonate de potasse pur* (1), les sels solubles de chaux et de magnésie. L'iode, étant ainsi fixé, se retrouvera dans le résidu de l'évaporation, auquel on donnera un petit coup de feu pour détruire les matières organiques. On aura séparé, par décantation, le liquide des carbonates terreux qui se déposent pendant le premier quart de l'évaporation. Vers la fin de celle-ci, le feu sera diminué pour éviter toute projection des résidus solubles. Ce dernier point a son importance, l'iodure étant dans les dernières gouttes à évaporer.

» 2° L'excès de carbonate restant après la précipitation des sels calco-magnésiens doit être d'autant plus grand que la proportion des matières organiques est plus forte. On peut reconnaître que cet excès a été suffisant, soit à ce que le résidu se présente décoloré après la calcination, soit à ce que, quoique encore coloré, ce résidu étant repris par l'alcool à 90 degrés y forme pâte (en fixant l'eau de l'alcool). Dans le cas d'une addition insuffisante de carbonate alcalin, le résidu se diviserait au contraire, dans l'alcool, à la manière d'une poudre; l'iode s'est alors dégagé dans la calcination en grande partie ou même en totalité.

» 3° Quand, ayant traité à plusieurs reprises (à trois reprises ordinairement) par l'alcool le résidu alcalin laissé par l'évaporation de l'eau, on a réuni les alcools de lavage dans une capsule de capacité au moins quadruple de celle nécessaire pour les contenir, il faut, avant de procéder à l'évaporation, qui devra être faite à une basse température, ajouter à l'alcool moitié environ de son volume d'eau distillée pure (2). Sans cette précaution, il arriverait que le soluté alcoolique, grimpant le long des parois de la capsule, viendrait s'évaporer à la partie supérieure de celle-ci au fond de laquelle l'iode serait alors inutilement cherché. Il n'est pas inutile

---

(1) Ne pouvant obtenir qu'avec de très-grandes difficultés des potasses du commerce un carbonate privé d'iode, ce sel doit être préparé, soit avec le bicarbonate plusieurs fois cristallisé, soit avec la crème de tartre purifiée aussi par des cristallisations. Des lavages à l'alcool enlèvent au besoin les dernières traces d'iode.

(2) Cette eau n'est privée d'iode que si l'eau destinée à la produire a été au préalable additionnée de carbonate de potasse. Une précaution semblable doit être prise pour l'alcool devant servir à rechercher des traces d'iode.

d'ajouter que, par l'agitation fréquente du soluté, on fera rentrer dans ce dernier, pour les ramener finalement au fond de la capsule, les parties qui se déposent contre les parois de celle-ci à mesure que l'évaporation fait baisser le niveau du liquide.

» Un petit coup de feu est d'ailleurs nécessaire pour détruire une certaine quantité de matière organique qui a échappé à la première calcination ou qui accompagnait l'alcool, et dont la présence masquerait les caractères de quantités infinitésimales d'iode.

» Le résidu restant au fond de la petite capsule doit être incolore et à peine perceptible. S'il était en quantité très-appréciable, c'est qu'il serait mêlé à trop de sels alcalins, et il faudrait le reprendre encore par l'alcool.

» 4° La dernière condition, condition absolue comme les précédentes, de réussite ou d'insuccès, est de ne dissoudre le résidu que dans une *minime quantité*, deux gouttes d'eau (ou même une seule goutte) par exemple, qu'on promènera, à l'aide d'un agitateur en verre, sur le fond de la capsule, de façon à dissoudre tout l'iodure déposé. Avec l'extrémité de l'agitateur, on fait alors trois ou quatre parts, dont l'une, celle qui donnera les réactions les plus nettes, sera laissée au fond même de la capsule, les autres gouttelettes étant déposées sur d'autres capsules, des assiettes ou des fragments de porcelaine. L'une des gouttelettes sera additionnée de chlorure de palladium; les autres gouttelettes, après avoir reçu un peu d'empois d'amidon récent, seront touchées avec précaution, l'une avec de l'acide nitrique, une autre avec de l'acide sulfurique du commerce (1); l'eau chlorée ne produira la coloration bleue que si la proportion d'iode est notable. On peut aussi, si l'on a assez de matières, recourir au perchlorure de fer conseillé par M. Bouis.

» C'est surtout pour avoir employé le chlore ou recherché les réactions dans des solutions iodiques trop étendues que de savants chimistes ne trouvèrent pas d'iode dans les eaux douces, dans l'air et même dans la cendre des végétaux; c'est à la fois pour ne pas avoir suffisamment concentré les solutés et pour avoir omis de fixer l'iode par la potasse qu'un lauréat de cette Académie, dont le travail était à d'autres égards méritoire, ne décela pas l'iode dans l'eau de Vichy, ce qui, soit dit en passant, lui valut les éloges du rapporteur (M. de Senarmont), le félicitant « d'avoir su ne pas trouver » un corps qu'il était de mode de voir partout ».

---

(1) La réaction par l'acide azotique, dont un excès transforme l'iode en acide iodique, est moins sûre que celle par l'acide sulfurique.

» La présence de l'iode dans les terres, les minerais, les métaux, le soufre, etc., se constate aisément en traitant ces corps, préalablement divisés, par une solution bouillante de carbonate de potasse, solution sur laquelle on opérera ensuite comme s'il s'agissait d'une eau ordinaire.

» Quant aux eaux salines (eau de mer, etc.) et aux eaux chloro-nitreuses des puits, le mieux est de les distiller aux trois quarts après les avoir additionnées de perchlorure de fer, et de recueillir le produit de la distillation dans un récipient où l'on aura mis un peu de carbonate de potasse. L'opération se termine, comme à l'ordinaire, en évaporant, calcinant, reprenant par l'alcool, etc.

» Il n'est pas inutile d'ajouter que, dans la recherche des minimes quantités d'iode contenues dans l'air, les eaux, etc., on se mettra à l'abri de toutes causes d'erreurs par les réactifs en établissant parallèlement des recherches *à blanc*. »

MÉCANIQUE. — *Considérations nouvelles sur la régulation des tiroirs.* Note de M. **A. Ledieu.**

« L'étude de la régulation des tiroirs a donné lieu à un nombre considérable de travaux, dont le sommaire se trouve exposé dans tous les traités de machines à vapeur, voire même dans un livre spécial fort réputé, dû à Zeuner. Mais cette étude se réduit, chez tous les auteurs sans exception, à un problème de Cinématique, où l'on se propose, en résumé, de rechercher ou d'expliquer les épures ou diagrammes les plus propres à rendre compte du jeu des distributeurs. On suppose d'ailleurs, d'ordinaire, des longueurs de bielle infinies, tant pour le piston que pour le tiroir, ce qui, soit dit en passant, loin d'être le cas général, est une hypothèse absolument exceptionnelle, et même toujours inadmissible dans les appareils ramassés, tels que les machines marines.

» En tout état de cause, la question de la régulation ainsi envisagée l'est d'une manière incomplète. Il existe en effet, sur cette question, des points de vue d'un autre ordre, qui paraissent avoir échappé complétement jusqu'ici aux auteurs qui se sont occupés des machines à vapeur, et que cependant les bons constructeurs ne semblent pas ignorer, à en juger par la supériorité de leurs régulations. C'est un exposé succinct de ces points de vue nouveaux qui fait l'objet de la présente Note.

» La donnée fondamentale de la régulation de tout tiroir est l'introduc-

tion moyenne qu'il doit déterminer aux deux bouts du cylindre. On voit ensuite à quelles conditions, eu égard à cette donnée, doit satisfaire la régulation pour les avances à l'introduction et à l'évacuation et les compressions, ainsi que pour les ouvertures maximum des orifices à l'introduction et à l'évacuation. En d'autres termes, toutes les quantités précédentes qui, y compris les introductions à chaque bout du cylindre, constituent ce que nous appelons les *résultats de la régulation*, doivent être prises égales aux *résultats* d'une bonne régulation connue; et il reste à chercher, eu égard à la course du piston et aux dimensions des orifices, lesquelles course et dimensions constituent les deux premiers *éléments de la régulation*, quels sont les autres *éléments* de celle-ci, c'est-à-dire quelles sont les grandeurs de la course du tiroir, de l'angle d'avance, des recouvrements à l'introduction et à l'évacuation, capables de donner aux susdits *résultats* les valeurs voulues. Mais il faut *expressément*, dans cette recherche, *tenir compte de l'influence des obliquités de la grande bielle et de la bielle du tiroir*, obliquités qui se mesurent par le rapport de chaque bielle à la manivelle ou au rayon d'excentricité correspondant, soit à la demi-course de l'organe considéré. Cette influence se traduit par des différences dans les résultats de même nom propres aux deux extrémités du cylindre.

» Jusqu'ici la plupart des constructeurs se sont préoccupés d'annuler l'influence en question et, par suite, d'égaliser lesdits résultats de même nom, particulièrement en donnant à cet effet le plus de longueur possible à la bielle du tiroir. Mais, en y regardant de plus près, on trouve que les différences entre ces résultats peuvent être avantageusement utilisées pour le jeu du piston tel qu'il est en réalité, c'est-à-dire étant tenu compte des forces d'inertie inhérentes à sa masse et à celle de son attelage avec l'arbre de couche, et elles devraient même dans ce but être provoquées si elles n'existaient pas. C'est ce que nous nous proposons d'établir; mais auparavant il importe de remarquer que l'influence des obliquités de bielle oblige à bien distinguer à chaque cylindre, quel que soit le système de la machine et de sa distribution par tiroir, l'orifice situé à l'extrémité où la grande bielle et sa manivelle sont en prolongement, que nous appellerons l'*orifice majeur*, d'avec le second orifice, que nous appellerons l'*orifice mineur*. Ces dénominations sont justifiées par la considération que l'introduction est toujours forcément plus grande au premier orifice qu'au second, ainsi que cela sera expliqué dans la suite. Nous ajouterons que, dans les machines à bielle directe, l'orifice majeur correspond à l'extrémité du cylindre

la plus éloignée de l'arbre de couche, et que l'on nomme le *bas* du cylindre, que celui-ci soit horizontal ou à pilon. Dans les machines à bielle en retour, l'orifice *majeur* correspond à l'extrémité du cylindre la plus rapprochée de l'arbre de couche, soit au *haut* du cylindre.

» Par ailleurs, afin d'être à même de prévoir, *a priori*, le sens des différences susmentionnées entre les *résultats* de même nom de la régulation propres aux deux extrémités du cylindre, et, d'une manière générale, afin d'avoir un champ plus étendu pour choisir une bonne régulation parmi celle d'appareils déjà construits, on est conduit à étudier dans quelles conditions des machines différant entre elles et comme genre de renvois de mouvement et comme système de tiroir, peuvent néanmoins posséder une régulation absolument identique, à égale obliquité de bielle pour les pistons d'une part, et pour les distributeurs de l'autre. En se livrant à cette étude, on arrive facilement à établir que toutes les machines à bielle directe et à bielle renversée peuvent, au point de vue spécial de la régulation, et suivant l'espèce des tiroirs ainsi que le mode d'action (direct ou renversé) des bielles de ceux-ci, être classées en deux groupes, savoir :

Premier groupe..	Machines à bielle directe...	Tiroirs à coquille, à bielle directe.
		Tiroirs en D, à bielle renversée.
	Machines à bielle renversée.	Tiroirs à coquille, à bielle renversée.
		Tiroirs en D, à bielle directe.
Deuxième groupe.	Machines à bielle directe...	Tiroirs à coquille, à bielle renversée.
		Tiroirs en D, à bielle directe.
	Machines à bielle renversée.	Tiroirs à coquille, à bielle directe.
		Tiroirs en D, à bielle renversée.

» Il importe de remarquer que toutes les machines à bielle directe de mer, de locomotive ou fixes, rentrent dans le premier groupe. Il en est de même pour les machines marines à bielle en retour : 1° du type d'Indret, à tiroir en D; 2° du type du Creusot.

» Le second groupe renferme les machines à bielle en retour : 1° du type Mazeline; 2° du type Dupuy de Lôme, construit par les forges et chantiers de la Méditerranée.

» Le groupement ci-dessus étant admis, on a le principe général que voici :

» 1° Si tous les *éléments* de la régulation sont identiques, y compris les obliquités des bielles de piston et de tiroir, si l'on distingue d'ailleurs entre eux l'orifice *majeur* et l'orifice *mineur* pour ceux desdits éléments qui sont

susceptibles d'avoir des valeurs différentes à chacun de ces orifices, les *résultats* de la régulation à chaque orifice de *même nom* sont pareillement identiques pour toutes les machines d'un même groupe.

» 2° Pour de mêmes obliquités de bielle, tant du piston que du tiroir, on peut, pour les machines des deux groupes, obtenir l'identité à chaque orifice de *même nom* pour tous les *résultats* de la régulation, sauf les ouvertures maximum des orifices, en ayant les mêmes valeurs pour les divers *éléments* de la régulation, sauf les recouvrements.

» Ces explications importantes permettront de se reporter, pour la régulation de toute machine en projet, à un appareil comparatif qui n'aura pas besoin d'être du même système et de posséder le même genre de tiroir, ce qui élargira singulièrement le champ du choix à faire.

» Dans tous les cas, de quelque manière qu'on choisisse les conditions d'une distribution, une fois ces conditions adoptées, on détermine, au moyen d'une des épures bien connues pour l'étude des régulations, la course et l'angle d'avance, ainsi que les recouvrements, propres à satisfaire auxdites conditions, tout en obtenant expressément pour l'*introduction* la valeur donnée comme point de départ. Cela exige, on le sait, différents tâtonnements, où l'on procède par cotes mal taillées.

» Jusqu'ici les constructeurs se sont, en général, attachés, dans ces opérations, à annuler ou au moins à restreindre le plus possible le manque d'identité que, par suite des obliquités de bielle du piston et du tiroir, les *résultats* de la régulation présentent aux deux extrémités du cylindre. Mais, comme nous l'avons annoncé plus haut, il faut se garder de suivre cette marche; car il y a, en principe, moyen de faire en sorte que ce manque d'identité soit avantageux au fonctionnement du piston.

» Il importe, pour établir ce point, de commencer par faire la remarque suivante :

» Eu égard à l'influence particulière de l'obliquité de la grande bielle, d'une part, les forces d'inertie afférentes aux masses tant du grand piston que de ses renvois de mouvement à l'arbre de couche, présentent, pour les bouts de course correspondant aux deux extrémités du cylindre, des différences qui vont ordinairement jusqu'aux deux tiers de la plus petite des deux valeurs; et, d'autre part, à poids de vapeur égal introduit à chacune de ces extrémités, la poussée du piston ne produit pas le même effet perpendiculairement à la grande manivelle. Or ce sont là des causes importantes d'inégalité dans les poussées *effectives* du piston tant à bout de

course que maxima, et d'accroissement des défectuosités du couple de rotation propre à chaque cylindre, auxquelles causes il faut joindre d'ailleurs l'action du poids du piston et de son attelage dans les machines à cylindre vertical.

» Nous montrerons, dans une prochaine Communication, comment le susdit point à établir découle de la remarque qui précède. »

M. MOUCHEZ, en présentant à l'Académie de nouvelles cartes de la côte d'Afrique, s'exprime comme il suit :

« J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie la collection à peu près complète de mes cartes de la côte de l'Algérie, dont j'ai déjà présenté quelques spécimens en 1872 et 1873.

» Cette collection comprend :

» Deux feuilles générales représentant la côte entre les frontières de la *Tunisie* et du *Maroc*, à l'échelle du $\frac{1}{600000}$;

» Treize feuilles représentant la même côte à l'échelle du $\frac{1}{100000}$, et comprenant chacune une vingtaine de lieues en longitude;

» Une vingtaine de plans particuliers, à diverses échelles, des ports et principaux mouillages.

» Trois de ces feuilles sont encore entre les mains des graveurs et seront terminées dans le courant de cette année.

» J'ai déjà eu l'honneur de donner quelques renseignements à l'Académie sur la nature et l'ensemble des travaux qu'avait exigés cette carte depuis l'année 1867, où elle fut commencée, jusqu'en 1873, où fut faite la dernière campagne. »

RAPPORTS.

MÉTÉOROLOGIE. — *Rapport sur le projet d'un observatoire physique au sommet du pic du Midi de Bigorre, soumis à l'Académie par M. le général* Ch. de Nansouty, *au nom de la Société Ramond.*

(Commissaires : MM. d'Abbadie, Janssen, Ch. Sainte-Claire Deville rapporteur.)

« L'une des préoccupations actuelles de la Météorologie est de déterminer les rapports entre les phénomènes que nous observons près de la

surface du sol et ceux qui se passent dans les hautes régions de l'atmosphère. Plus on s'éloigne, en effet, des accidents superficiels de l'écorce du globe, plus on se met à l'abri des influences locales qu'exercent ces innombrables accidents, et plus, par conséquent, on s'adresse directement aux phénomènes généraux que devront d'abord expliquer les lois de la Météorologie.

» Mais ce n'est pas seulement le point de vue philosophique de la Science qui est intéressé à ces recherches : elles ne sont pas moins nécessaires à la Météorologie *dynamique*, née il y a cinquante ans à peine, et qui aujourd'hui passionne à juste titre un grand nombre d'esprits, par les résultats remarquables et immédiatement pratiques auxquels elle conduit.

» Pour n'en citer qu'un exemple, qui a été bien souvent, dans ces dernières années, rappelé devant l'Académie, on peut affirmer que, quelle que soit l'opinion qu'on adopte sur le mouvement ascendant ou descendant des grandes vagues tourbillonnantes de l'atmosphère, l'une des origines, au moins, de ce mouvement doit être attribuée aux actions mécaniques qu'exercent les unes sur les autres les masses glacées des cirrhus et la couche chaude, humide et relativement calme de l'air inférieur.

» A ce point de vue, les observations comparatives, faites simultanément dans nos stations terrestres et par les aéronautes dévoués qui vont étudier les hautes régions de l'atmosphère, sont extrêmement précieuses; mais, jusqu'ici du moins, la durée de ces voyages aériens est encore très-bornée. En outre, des exemples d'entraînement vertigineux, ou même des catastrophes, dont l'une, toute récente, est devenue un deuil public, prouvent l'extrême danger qui résulterait d'ascensions dépassant certaines limites d'altitude, ou entreprises dans des circonstances atmosphériques exceptionnelles, qu'il est néanmoins important d'étudier. Si l'on ajoute à ces considérations que l'aéronaute, emporté par la brise, change continuellement de station, il est facile de concevoir que, quelle que soit l'utilité incontestable, en Météorologie, des ascensions aérostatiques, elles ne peuvent remplacer les observatoires situés à poste fixe sur des points élevés, et munis de tous les appareils nécessaires pour l'observation. Qui sait, d'ailleurs, s'il ne serait pas un jour possible de combiner les deux modes d'expérimentation, en installant, dans l'un de ces observatoires, un ballon captif, portant au moins des instruments enregistreurs, et maintenu dans une couche notablement plus élevée que celle de la station elle-même?

» Il serait inutile d'insister ici sur les facilités toutes spéciales qu'offrent les sommets élevés pour l'étude des radiations solaires, de la Spectro-

scopie, de la Météorologie cosmique et pour les recherches astronomiques qui exigent un ciel pur et serein.

» L'établissement de quelques-uns de ces observatoires sur des points convenablement choisis est donc un des *desiderata* les plus pressants de la Météorologie.

» Dans l'Inde anglaise, on compte déjà plusieurs de ces stations élevées, et l'un de vos commissaires a pu apprécier par lui-même, à Simla, les services qu'elles peuvent rendre.

» Les États-Unis d'Amérique, qui ont laissé l'Europe bien loin en arrière pour le développement de la Météorologie, qui ne considèrent plus cette science comme l'annexe d'une autre science, mais qui lui ont consacré en 1872 un budget de 1 500 000 francs, n'ont pas manqué de choisir, dans leur réseau météorologique, des postes élevés. Je citerai seulement les sommets du Pike's Peak, dans le Colorado (4340 mètres); du mont Washington, dans le New-Hampshire (1938 mètres); du mont Mitchell, dans la Caroline du Nord (2040 mètres), et la ville de Santa-Fe, dans le Nouveau-Mexique, située à 2095 mètres.

» Un petit nombre de ces stations élevées existent déjà en Europe. Sans parler des postes météorologiques qui n'ont eu qu'une durée limitée, comme la station hibernale de Saint-Théodule (3333 mètres), maintenue, pendant plusieurs années, par le zèle et le désintéressement de feu Dollfus-Ausset, tout le monde sait que les religieux du Saint-Bernard font à 2500 mètres, depuis un grand nombre d'années et sous la direction de notre savant Correspondant, M. Plantamour, une série d'observations qui, comparées à celles de Genève, jettent un grand jour sur les variations de l'atmosphère dans cette épaisseur de près de 2100 mètres.

» On peut citer encore les hautes stations alpestres de Val-Dobbia, sur le mont Rose, de Julier (dans les Grisons), du Saint-Gothard, du Bernardin et du Simplon, dont les altitudes sont comprises entre 2548 et 2008 mètres.

» En France, l'initiative et l'énergie infatigable du savant professeur de la Faculté des Sciences de Clermont, M. Alluard, sont parvenues à doter le sommet du Puy-de-Dôme d'un observatoire construit, aux frais combinés de l'État, du département et de la ville de Clermont, sur l'emplacement d'un temple antique, dont les travaux récents ont découvert les gigantesques fondations granitiques. Un fil télégraphique réunit cet observatoire à celui de la Faculté des Sciences de Clermont, et, avant peu, de nombreuses observations comparatives se feront dans ces deux stations.

» Nos Pyrénées demandaient impérieusement une création du même

genre; mais le choix d'un emplacement absolument convenable n'est pas toujours facile ni même possible. Il faut, en effet, que le point désigné soit un sommet, les cols présentant des conditions tout à fait anormales, soit pour la température, soit pour le mouvement de l'air, soit enfin pour la formation et la précipitation des brouillards. Il faut que ce sommet soit assez isolé d'autres crêtes montagneuses pour n'en point subir des influences de radiation ou des déviations dans la direction du vent. Il faut néanmoins que cet isolement n'en rende pas l'abord trop difficile, et que la cime présente une surface suffisante pour recevoir une construction.

» Toutes ces circonstances favorables se trouvent réunies au pic du Midi de Bigorre. Situé vers le milieu de la chaîne des Pyrénées qui, de la Méditerranée à l'Océan, domine les vastes plaines de la Gascogne et reçoit directement le choc des grands mouvements d'air de l'Atlantique, le pic du Midi se détache en avant de la crête générale, et s'élève à une altitude de 2877 mètres, inférieure seulement de 527 mètres au point culminant de la chaîne. De son sommet on commande immédiatement, sur une moitié de l'horizon, la plaine qui s'étend à perte de vue vers le nord; sur l'autre moitié, on voit se dresser les hautes cimes de la chaîne, depuis le Pic du Midi d'Ossau jusqu'à la Maladetta et même à quelques-uns des points élevés des Pyrénées-Orientales. C'est, assurément, un des plus beaux panoramas de l'Europe. Enfin, placé au centre des établissements thermaux des Pyrénées, à quatre heures de Baréges, à six heures de Bagnères-de-Bigorre, il est facilement accessible, soit à pied, soit à cheval : une dépense assez faible permettrait même d'y tracer une route de voiture.

» Tous ces avantages avaient depuis longtemps frappé les physiciens, les astronomes et les naturalistes. Depuis Daldini d'Alteserrea, qui écrivait son *Rerum aquitanicarum* à la fin du XVI[e] siècle, jusqu'à ces derniers temps, on compterait plusieurs centaines d'auteurs qui se sont plus ou moins occupés de cette montagne, dont la célébrité était immense et qui même, jusqu'aux nivellements de Vidal et de Reboul, en 1786 et 1787, passait pour le point culminant des Pyrénées.

» Mais nous devons nous borner à citer ici les travaux qui intéressent directement la fondation d'un Observatoire à la cime du pic.

. . . .

» Jusqu'à présent, nous ne voyons encore que des projets d'observatoire au pic. En 1854 s'ouvre une ère nouvelle : il y a commencement d'exécution. A cette époque, en effet, une Société de Bagnerais, sur l'initiative et sous la direction du D[r] Costallat, fonde au *col de Sencours*, au pied du

pic et à 511 mètres plus bas, sur un monticule situé immédiatement au-dessus du lac d'Oncet, qui en baigne la base, une hôtellerie, destinée d'abord à recevoir les touristes, et composée de deux solides corps de logis, avec leurs dépendances. C'est cette hôtellerie que la Société Ramond a eu la pensée d'utiliser provisoirement pour un observatoire météorologique, en attendant que l'État, dont l'intervention est nécessaire ici, lui ait facilité les moyens de l'établir à la cime même du pic.

» C'est le 1er août 1873 que la Commission (1) chargée par la Société Ramond de la fondation de l'observatoire installa au col de Sencours un petit matériel complet de Météorologie (abri-Montsouris, thermomètres, psychromètre, actinomètre, hyétomètre, baromètre, etc.). Pendant soixante-dix jours, elle y maintint un observateur, qui faisait les lectures de trois en trois heures, de 7 heures du matin à 7 heures du soir. En outre, chaque jour, la même série d'observations était répétée au sommet du pic, à $12^h 43^m$, heure concordant avec l'observation simultanée de $7^h 35^m$ du matin à Washington. Cette première campagne fut limitée au 10 octobre par le manque de fonds et de moyens d'hivernage.

» Mais, l'année suivante, les souscriptions recueillies permirent un établissement continu. L'observateur, installé dès le 1er juin, y resta, avec le président de la Commission, M. le général de Nansouty, jusqu'au 15 décembre, époque où un accident, dû à l'insuffisance de l'installation hivernale, les força tous deux à une retraite précipitée, pendant laquelle ils ne durent leur salut qu'à leur intrépidité et à une connaissance parfaite des accidents du terrain recouverts par la neige.

» La campagne de 1875 comprendra, nous l'espérons, l'année entière.

» Dès le 1er juin, le président de la Commission et l'observateur, M. Baylac, s'étaient internés à l'hôtellerie pour l'hiver entier ; quelques jours plus tard, ils rendaient aux populations voisines un service signalé : le 22 juin, à la veille des perturbations atmosphériques qui ont amené les effroyables désastres du midi de la France, bien que dénués de moyens rapides de correspondance, et grâce au dévouement d'un de leurs observateurs, ils purent, en effet, transmettre aux communes les plus proches et jusqu'à Tarbes des avis utiles.

» Un nouvel accident, une immense avalanche, vint, dans la nuit du

(1) Cette Commission compte parmi ses membres, M. le général Charles de Nansouty, M. le pasteur E. Frossard, géologue distingué; MM. les ingénieurs Peslin, Vaussenat, Hétier et Duportal.

15 au 16 octobre, ensevelir sous la neige la modeste hôtellerie. Ses habitants furent obligés de percer le plafond pour descendre dans l'étage inférieur, et parvinrent avec les plus grandes peines à allumer dans la vaste cheminée, encombrée de neige, un foyer qui les préservât du froid. Malheureusement, l'*embrun* ou le vent de l'avalanche, dont la plus grande partie alla s'engouffrer dans le petit lac l'Oncet et le fit déborder, brisa et tordit l'abri météorologique, bien qu'il fût construit en fer et en fonte, et broya les instruments.

» On pouvait croire qu'une telle catastrophe découragerait nos observateurs. Il n'en fut rien : quelques jours après, à l'abri métallique on avait substitué un abri formé de fortes pièces de bois ; les instruments brisés étaient remplacés, et nos intrépides météorologistes s'étaient de nouveau emprisonnés, après avoir pris quelques précautions, hélas! inutiles peut-être contre la prochaine avalanche qui se prépare.

» Malgré les difficultés sans cesse renaissantes, le petit observatoire de la station Plantade a recueilli, depuis sa fondation, des matériaux nombreux et excellents. Les instruments sont les plus parfaits que nous connaissions, et leur disposition très-bonne ; les heures d'observations nous ont paru bien choisies ; enfin, l'observateur ordinaire, ancien instituteur et ancien militaire, est habile et exact.

» Une petite partie de ces documents est déjà publiée par les soins de la Société Ramond, mais la plus grande part est inédite ; elle est jointe au Mémoire actuel, et accompagnée de nombreuses courbes. Dans l'impossibilité de traiter, dans les limites imposées à ce Rapport, les questions scientifiques, en même temps que celles qui ont trait à la création du nouvel observatoire, nous attendrons, pour apprécier ces travaux, que la campagne de 1875 ait ajouté de nouveaux documents à ceux qui nous sont déjà parvenus.

» Ce simple historique de la station provisoire de Sencours montrera, indépendamment des inconvénients scientifiques inhérents à sa position dans un col montagneux, combien il est urgent de transporter, à bref délai, l'établissement au sommet du pic.

» Pour cela, la vaillante Commission de la Société Ramond n'a rien négligé.

» Après avoir étudié le plan de l'observatoire, qu'elle soumet à l'Académie dans tous ses détails et qui a reçu l'approbation de votre Commission, elle s'est préoccupée des moyens d'exécution. Elle s'est adressée aux particuliers, amis de la Science, aux Sociétés savantes, aux départements

et aux principales villes du sud-ouest de la France. Partout son appel a été entendu. Les Conseils généraux de six départements (1), les villes de Bagnères, de Toulouse et de Bordeaux se sont empressés d'encourager l'œuvre par leurs souscriptions. La première de ces villes a cédé la propriété de la portion de la cime qui lui appartient et a autorisé la Société à interdire, sur la pente de la montagne, le parcours des moutons, afin de rétablir le gazonnement de la surface.

» Enfin la Commission s'est mise à l'œuvre et a commencé la construction. Cette construction se compose de trois parties : la maison d'habitation, située à 7 mètres au-dessous du sommet, est en partie souterraine et n'aura d'ouvertures que du côté du midi; elle communique, par un tunnel, à la pièce circulaire voûtée, qui doit contenir le baromètre, les appareils magnétiques, etc. A peu de distance sera fixé solidement au roc l'abri-Montsouris, destiné à protéger les instruments qui ont besoin de recevoir directement l'influence de l'air.

» Déjà les ouvriers sont à leur tâche, et l'un de vos Commissaires a pu voir, cet automne, l'édifice souterrain en bonne voie de construction.

» Ajoutons, en terminant, que, pour rendre plus utiles à la Science les données d'observations recueillies au pic, la Commission en a fait comme une station centrale, en s'assurant, dès maintenant, la collaboration de quatre stations voisines, fondées par elle, savoir : Bagnères-de-Bigorre (altitude 550 mètres); Tarbes (310 mètres); Baréges (1230 mètres) et le lac d'Orédon (1900 mètres).

» Voilà où en est l'œuvre, due à l'initiative de quelques hommes dévoués; mais elle n'est pas terminée. Il lui manque l'appui de l'administration supérieure et la haute approbation de l'Académie des Sciences, que ses promoteurs considèrent comme le juge suprême en matière scientifique.

» M. le Ministre de l'Instruction publique a bien voulu transmettre au Conseil d'État la demande en reconnaissance d'utilité publique, qui permettra à la Société Ramond de devenir légalement propriétaire des terrains que lui concèdent les communes de Bagnères et de Baréges et des constructions qu'elle y établit.

» Quant à l'Académie des Sciences, dès le 10 novembre 1873, un de ses illustres Secrétaires perpétuels, M. Élie de Beaumont, appelait sa bienveillante attention et celle de l'administration sur le projet, à peine alors ébauché, de l'observatoire du pic du Midi. Depuis lors, deux années de travaux per-

(1) Hautes-Pyrénées, Haute-Garonne, Aude, Gers, Basses-Pyrénées, Landes.

sévérants, des résultats déjà remarquables nous paraissent de nouveaux titres aux encouragements de l'Académie.

» En conséquence, la Commission propose que l'Académie, en témoignage de l'intérêt que lui inspire cette œuvre, uniquement due à l'initiative de quelques amis de la Science, accorde sa haute approbation au projet, déjà en partie réalisé, d'un observatoire physique au sommet du pic du Midi de Bigorre. »

Les conclusions de ce Rapport sont mises aux voix et adoptées.

MÉCANIQUE. — *Rapport sur un Mémoire ayant pour titre : « Problème inverse des brachistochrones », par M.* Haton de la Goupillière.

(Commissaires : MM. Phillips, Resal, Bouquet rapporteur.)

« Lorsqu'un point matériel se meut dans un plan sous l'action d'une force dont les composantes, parallèles aux axes de coordonnées, sont les dérivées partielles d'une fonction T des deux variables x et y, si l'on assujettit ce point à décrire, sans frottement, diverses courbes, on sait que la courbe qui exige le minimum de temps pour aller d'un point à un autre, dépend d'une équation différentielle du second ordre. Dans le Mémoire qu'il a présenté à l'Académie, M. Haton de la Goupillière suppose la brachistochrone donnée, et il se propose de trouver la loi suivant laquelle varie la force.

» Soient

$$f(x, y) = 0 \tag{1}$$

l'équation de la brachistochrone, T la fonction des forces, choisie de façon que 2T représente le carré de la vitesse du point mobile, la fonction T vérifie une équation aux dérivées partielles du premier ordre

$$A\frac{dT}{dx} + B\frac{dT}{dy} = CT, \tag{2}$$

dans laquelle A, B, C désignent des fonctions des seules variables x et y. En tenant compte de la relation (1), on peut exprimer A, B, C d'une infinité de manières différentes au moyen de x et de y; à chacune de ces expressions correspond une valeur de T complétement déterminée par une seule ligne de niveau et la valeur de T relative à cette ligne.

» On fait disparaître l'indétermination que présente la recherche de la fraction T, en prenant arbitrairement la série complète des lignes de niveau. Soit, en effet,

$$\psi(x, y) = \alpha \tag{3}$$

l'équation de ces lignes. Exprimons, à l'aide des relations (1) et (3), les coordonnées x et y par le paramètre α, l'équation (2) donnera T en fonction de la même variable par une quadrature.

» Mais, ainsi que le montre M. Haton de la Goupillière, il convient, dans cette question, de substituer aux coordonnées rectilignes un système quelconque de coordonnées curvilignes orthogonales. En représentant par φ_1 et φ_2 les paramètres qui déterminent les lignes des deux séries, l'équation (2) se transforme en

$$(4) \qquad A_1 \frac{dT}{d\varphi_1} + B_1 \frac{dT}{d\varphi_2} = C_1 T.$$

On suppose alors la brachistochrone définie par une relation entre φ_1 et φ_2. Si l'on demande que les lignes de niveau soient les lignes de la série φ_1, T étant indépendant de φ_2, $\frac{dT}{d\varphi_2}$ est nul. On exprime A_1 et C_1 à l'aide de la variable φ_1, puis l'équation (4) donne T en fonction de la même variable.

» M. Haton de la Goupillière a examiné spécialement le cas où les lignes de niveau et, par suite, leurs trajectoires orthogonales sont des lignes isothermes, et il a déduit de son analyse diverses propriétés importantes des brachistochrones qui seraient les trajectoires, sous un angle constant, d'un pareil réseau.

» Le travail de M. Haton de la Goupillière nous paraît digne de l'approbation de l'Académie, et nous demandons son insertion dans le *Recueil des Savants étrangers.* »

Les conclusions de ce Rapport sont mises aux voix et adoptées.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Influence de la trempe sur l'aimantation;* par M. **J.-M. Gaugain.**

(Commissaires : MM. Becquerel, Jamin, du Moncel.)

« Les recherches que j'ai faites sur le procédé de la simple touche m'ont amené déjà à étudier incidemment l'influence de la trempe sur l'aimantation (*Comptes rendus*, séance du 22 mars 1875); mais j'ai cru utile de revenir sur cette question, et je me suis servi, pour mes nouvelles recherches, de la méthode d'Élias.

» 1° J'ai pris deux barreaux d'acier de Sheffield, de mêmes dimensions ($0^m,30$ de longueur et $0^m,01$ de diamètre), l'un trempé sec, l'autre recuit au rouge-cerise, et je les ai comparativement aimantés, en les soumettant l'un après l'autre à l'action d'une même bobine aimantante, dans laquelle

j'ai successivement fait passer des courants inducteurs d'intensités variables. Les résultats des expériences sont inscrits dans le tableau suivant :

Intensité du courant inducteur.	Courant de désaimantation du barreau recuit.	Courant de désaimantation du barreau trempé.
50°,2	43°,8	76°,8
39,9	44,5	68,3
29,1	44,5	43,1
21,6	41,7	26,5
17,0	37,3	15,4
13,3	27,7	6,8
9,8	25,2	5,6
7,3	16,1	2,6
5,7	12,8	2,0
5,0	10,1	1,3

» La première colonne indique l'intensité du courant inducteur, ou plutôt, comme je l'ai précédemment expliqué, la déviation de mon galvanomètre qui lui correspond. Les nombres des autres colonnes représentent, pour chacun des barreaux, les courants de désaimantation obtenus en poussant hors du barreau un toron placé sur le milieu de ce barreau.

» Tant que le courant inducteur est faible, l'aimantation du barreau recuit l'emporte, comme on le voit, sur celle du barreau trempé, et elle l'emporte d'autant plus que le courant est plus faible ; pour une certaine intensité du courant inducteur, les deux aimantations sont égales, et enfin, quand le courant inducteur devient très-énergique, le barreau trempé sec l'emporte de beaucoup sur le barreau recuit.

» 2° Dans la série d'expériences dont je viens de faire connaître les résultats, les deux barreaux prennent la même aimantation lorsque l'intensité du courant inducteur atteint une certaine limite, correspondant à peu près à la déviation 29°,1 de non galvanomètre; mais il faut bien remarquer que cette limite varie avec la longueur des barreaux employés; plus les barreaux sont courts, plus est faible la valeur de l'intensité qui rend nulle l'influence de la trempe. En d'autres termes, lorsqu'on fait croître graduellement l'intensité du courant inducteur, le barreau trempé prend le dessus d'autant plus vite que les barreaux sont plus courts. Dans une série d'expériences où j'ai comparé deux barreaux de 10 millimètres de diamètre, dont les longueurs étaient 90 et 186 millimètres, j'ai trouvé que, pour une certaine intensité du courant, la trempe augmentait l'aimantation du barreau de 90 millimètres dans le rapport de 9,5 à 11,5, et diminuait celle du barreau de 186 millimètres dans le rapport de 44 à 27,9.

» 3° L'influence de la trempe varie, non-seulement avec l'intensité du courant inducteur, mais aussi avec le mode d'action de ce courant. Dans toutes les expériences dont je viens de rendre compte, j'ai employé le procédé d'aimantation d'Élias : la bobine aimantante a été promenée d'un bout à l'autre du barreau; mais on peut encore aimanter un barreau, quoique plus faiblement, en laissant la bobine aimantante dans une position invariable. J'ai aimanté deux barreaux, l'un trempé sec, l'autre recuit au rouge-cerise, en laissant la bobine aimantante sur le milieu des barreaux; j'ai trouvé, en opérant ainsi, que l'aimantation maxima du barreau trempé sec était 16, celle du barreau recuit 33, lorsque l'intensité du courant inducteur était 38,4; cela constaté, j'ai donné des passes aux deux barreaux, en employant, bien entendu, la même bobine aimantante et le même courant inducteur (38,4), et j'ai trouvé alors que les aimantations maxima étaient, pour le barreau trempé, 63,2; pour le barreau recuit, 49,6.

» On peut dire, en général, que les barreaux qui ont reçu la trempe la plus dure sont ceux qui prennent l'aimantation la plus forte, lorsqu'on emploie des moyens puissants d'aimantation, et qu'au contraire ce sont les barreaux recuits qui s'aimantent le plus fortement quand on se sert de procédés d'aimantation moins énergiques.

» Les résultats que je viens d'exposer me paraissent tous se rattacher à un même principe, auquel j'ai souvent eu recours, et qui consiste à admettre que, dans un barreau aimanté, le magnétisme permanent de chaque tranche se compose de deux parties, l'une qui est inhérente à la tranche et qui subsisterait si cette tranche pouvait être isolée, l'autre qui résulte de la réaction actuelle de toutes les autres tranches. Lorsqu'on trempe un barreau, on augmente sa force coercitive, et par conséquent on doit toujours augmenter la valeur du magnétisme *inhérent* que le barreau peut recevoir lorsqu'il est soumis à l'action d'une force aimantante déterminée; mais, d'autre part, on diminue la réaction mutuelle des tranches et, par suite, la quantité de magnétisme qui résulte de cette réaction; on conçoit donc que la trempe puisse, en définitive, augmenter ou diminuer le magnétisme permanent, suivant les conditions dans lesquelles on opère. Quand le magnétisme de *réaction* forme la plus grande partie du magnétisme permanent total, il est avantageux d'employer des barreaux recuits; quand, au contraire, la réaction n'a plus qu'une moindre importance, il devient avantageux d'employer des barreaux trempés. Ainsi il paraît évident que la réaction doit avoir plus d'importance dans des barreaux longs que dans des barreaux courts; nous avons vu en

effet (2°) que le recuit peut augmenter l'aimantation dans les barreaux longs, alors qu'il la diminue dans les barreaux courts.

» Lorsqu'on aimante un barreau, comme je l'ai indiqué (3°), en laissant la bobine aimantante invariablement placée sur sa partie moyenne, c'est là que se trouve presque exclusivement développé le magnétisme que j'ai appelé *inhérent*, et la réaction des autres parties du barreau exerce une influence relativement plus considérable que dans le cas où l'on fait aller et venir la bobine aimantante, auquel cas le magnétisme *inhérent* se trouve à peu près uniformément réparti dans toute l'étendue du barreau ; or nous avons vu que, conformément aux idées théoriques qui viennent d'être exposées, le recuit favorise l'aimantation dans le cas dont il s'agit.

» Je ferai remarquer incidemment que, lorsqu'on aimante un barreau au moyen d'une bobine aimantante qui reste dans une position déterminée, l'aimantation varie d'une manière notable, suivant que le circuit est fermé et rompu une ou plusieurs fois ; l'aimantation est plus forte après dix interruptions du courant qu'après une seule. L'accroissement d'aimantation, que l'on obtient en multipliant les interruptions, me paraît dû à l'extra-courant de rupture. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur l'éboulement survenu à l'île Bourbon.* Note de M. Vélain.

(Commissaires : MM. Ch. Sainte-Claire Deville, Daubrée.)

« A mon retour de l'île Saint-Paul, j'annonçais à l'Académie que, pendant notre séjour à la Réunion, j'avais pu faire dans l'île une série d'excursions qui devaient me permettre de donner prochainement une esquisse de son histoire géologique.

» Une catastrophe effroyable, qui vient de frapper notre colonie déjà si éprouvée, m'oblige à présenter aujourd'hui quelques-unes de mes observations, dans l'espoir qu'elles pourront, en expliquant ce premier désastre, mettre en garde contre de nouveaux malheurs.

» Le 26 novembre dernier, entre 5 et 6 heures du soir, une partie du piton des Neiges et du Gros-Morne, montagnes dont l'altitude excède 3000 mètres, s'est écroulée dans le cirque de Salazie, sur une longueur de 5 kilomètres, engloutissant le village du Grand-Sable où se trouvaient soixante-deux personnes. Les secours ont été inutiles : on a même dû renoncer à l'idée de rechercher les corps des victimes ; une superficie de plus de 120 hectares, bouleversée de fond en comble, se trouve, en effet, recou-

verte par des millions de mètres cubes de pierres et de terres amoncelées, qui forment maintenant un manteau dont l'épaisseur varie entre 40 et 60 mètres. Des ravins profonds de plus de 100 mètres ont été comblés, les gorges du bras de Fleurs jaunes ont été fermées, et les eaux s'amoncellent derrière ce barrage, d'une façon menaçante. Tels sont les renseignements que le gouverneur, qui s'est transporté immédiatement sur les lieux, a donnés, jusqu'à présent.

» Les habitants du cirque de Salazie sont terrifiés, parce qu'ils s'imaginent qu'un bouleversement si considérable ne peut qu'être le résultat d'une commotion volcanique, d'une menace du volcan. Il n'en est heureusement rien : ce désastre, que j'avais prévu, est dû à un éboulement produit par la désagrégation de certaines des roches volcaniques de l'île, sous l'influence des agents atmosphériques.

» L'île de la Réunion se divise, orographiquement et géologiquement, en deux parties très-distinctes : la première, à l'ouest, est actuellement marquée par trois grandes vallées d'effondrement, drainées par des torrents très-encaissés qui s'élargissent et se creusent de plus en plus; le centre de ces trois dépressions, en forme de cirques, était primitivement occupé par un immense cratère, dont les derniers vestiges forment maintenant les points les plus élevés de l'île. Le piton des Neiges (3069 mètres), formé de coulées de laves successives alternant avec des scories, était un de ces témoins, resté debout; toute trace d'activité volcanique a cessé dans cette région. Les phénomènes volcaniques se sont déplacés de l'ouest à l'est et semblent maintenant s'être concentrés dans la deuxième partie à l'est, où se trouve le volcan actuel (2623 mètres).

» En traversant, pendant le mois de janvier 1875, la chaîne des Salazes, sous la conduite de M. Deramond, conducteur des Ponts et Chaussées, pour passer du cirque de Cilaos dans celui de Salazie, nous avions été bloqués à Marlat par un ouragan, et j'avais été frappé des dégâts immenses que pouvaient causer, en un instant, les pluies torrentielles qui fondent sur ces remparts. J'avais vu là d'énormes failles, dans lesquelles les eaux s'engouffraient et disparaissaient, pour former, à certaines hauteurs, dans ces murailles à pic, de véritables éruptions boueuses. Il devenait évident que, les érosions se multipliant, certains massifs s'abattraient, provoquant des éboulements considérables, et j'avais appelé l'attention sur certains villages, qui, postés au bas des escarpements, me paraissaient particulièrement menacés.

» Les remparts à pic qui forment comme les enclos des trois cirques d'effondrement de Cilaos, de Salazie et de Mafatte, autrefois couverts de forêts,

ont été, en grande partie, déboisés ou ravagés par des incendies (1); composés uniquement de coulées successives de basaltes et de laves, alternant avec des scories au travers desquelles les eaux pluviales s'infiltrent avec la plus grande facilité, ils se dégradent sans cesse par suite de la désagrégation rapide de certaines des roches qui entrent dans leur constitution. Certaines coulées, de nature plus feldspathique, et peu compactes, se réduisent très-facilement en argile. Elles sont, en outre, creusées de vastes cavités, dans lesquelles les eaux se recueillent, et qui, remplies, forment comme des écluses de chasse donnant lieu à ces éruptions de boue dont j'ai parlé plus haut; tout ce qui surmonte ces nappes boueuses glisse et s'effondre dans les vallées. C'est de cette façon qu'a dû se produire l'éboulement désastreux du 26 novembre.

» Le village de Cilaos, dans le cirque de Cilaos, me paraît dans une situation assez critique pour nécessiter des mesures de prudence, si l'on veut éviter un pareil désastre. Il m'a semblé, en effet, qu'une bonne partie du plateau sur lequel est établi le village, notamment l'église et les maisons qui surplombent le bras des Étangs, miné par des sources thermales abondantes et surtout par des eaux qui s'amoncellent au-dessus du village, devra céder prochainement : ces eaux, en effet, qui deviennent considérables dans la saison des pluies, n'ayant pas d'écoulement direct, affouillent en dessous, et s'écoulent à la partie supérieure d'une nappe de basalte fortement inclinée, sur laquelle le plateau viendra lui-même à glisser en grand, comme il en a déjà menacé, si l'on ne pratique pas une voie d'écoulement aux eaux qui se recueillent dans les îlets des Étangs. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Note sur une commotion souterraine au centre de l'île de la Réunion. Désastre, disparition d'un hameau de soixante-deux personnes;* par M. le Dr **Vinson**, de l'île de la Réunion. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Ch. Sainte-Claire Deville, Daubrée.)

« Deux grands cirques occupent le centre de l'île de la Réunion, l'un au nord, le cirque de Salazie, l'autre au sud, le cirque de Cilaos. Ces deux vastes dépressions sont adossées et séparées par une immense et haute muraille, le groupe des Salazes et le piton des Neiges, le point le plus élevé de

(1) En 1869, un incendie considérable a ravagé les forêts qui recouvraient les massifs aujourd'hui éboulés.

l'île entière. Des deux côtés, au fond de ces cirques, on voit sourdre des eaux thermales, gazeuses et alcalines, et des sources incrustantes.

» Au pied du piton des Neiges, sur un emplacement de plusieurs kilomètres d'étendue, près du bord du torrent des Fleurs jaunes, étaient venues successivement se fixer une dizaine de familles de prolétaires blancs. Chacune d'elles se composait d'un couple chargé d'enfants nombreux, que la difficulté de vivre avait fait fuir d'autres lieux. L'altitude de ces terrains, leur composition de sable et de pierres brisées, leur humus riche surtout de débris végétaux et non épuisé, le voisinage incessant des brouillards qui y entretiennent une fertilité excessive, toutes ces conditions, favorables à l'agriculture sous les climats intertropicaux, avaient tenté la détresse de ces pauvres gens, et, pleins d'une sécurité confiante, ils s'étaient établis dans ces lieux retirés et les plus charmants de l'île de la Réunion. Cette localité ainsi habitée et cultivée, posée au pied du Gros-Morne des Salazes, avait conservé, en raison de la constitution primitive de son sol, le nom de *Grand-Sable*.

» Le 29 novembre 1875, sans aucun autre présage, par un temps très-sombre et une atmosphère chargée, entre $4^h 30^m$ et 5 heures du soir, une commotion souterraine, accompagnée de secousses, de trépidations et de détonations, eut lieu dans toute la localité du Grand-Sable, au pied du Gros-Morne des Salazes. En moins de cinq minutes (en quelques secondes même, dit-on) tout le terrain compris entre la mare d'Affouches et le Camp-de-Pierrot, sur une étendue de 6 kilomètres et sur une largeur de 2 kilomètres, était horriblement bouleversé. Un mouvement de soulèvement, parti du fond du sol, avait semblé monter à la rencontre d'une portion gigantesque et lointaine détachée du Gros-Morne des Salazes, venue de la base de sa hauteur, dont l'altitude totale, on le sait, excède le niveau de la mer de 3000 mètres. Cette avalanche de pierres s'arrêta dans les anfractuosités du rempart à un kilomètre du lieu du soulèvement du sol. Celui-ci s'effondra à la base du Grand-Morne, et tout le plateau du Grand-Sable fut convulsé, comme d'immenses remous et des vagues qui se rencontrent et mêlent en bouillonnant leurs flots agités. Sous cet amas de blocs énormes, de roches de toutes dimensions, de sable, de décombres, à la fois soulevés et tombants, fut tout à coup engloutie cette petite colonie de soixante-deux personnes : hommes, femmes, enfants, animaux, demeures, tout avait en un instant disparu sous un amoncellement de 60 mètres de hauteur. Une montagne fut formée à la place de la vallée, et une odeur sulfureuse s'étendit au loin dans ces lieux, où la terre bouleversée offrit

l'image du chaos à la place où, quelques moments avant, s'élevaient les paisibles demeures des habitants. Seule, une famille fut sauvée : placés à l'extrémité du Grand-Sable, le mari, la femme et l'enfant furent, avec leur demeure, les récoltes et les arbres qui l'entouraient, emportés sains et saufs à 2 kilomètres plus loin. Le sol, compacte jusqu'à une grande profondeur, et comportant une vaste étendue, avait, sans s'effondrer, couru horizontalement, et même en remontant un peu et en s'élevant, l'espace de 2000 mètres, avec une vitesse dont les transportés n'eurent point conscience. Dans le même mouvement de déplacement, une forêt tout entière, située sur la rive droite de la rivière des Fleurs jaunes, passa, sans se renverser, sur la rive gauche, franchissant ainsi, sur les amoncellements produits par l'exhaussement instantané et par l'éboulis, une ravine profondément encaissée et maintenant comblée. Les arbres ont gardé toute leur fraîcheur, qui contraste à côté avec les scènes de la dévastation. Un petit piton exécuta sur lui-même un mouvement de rotation ou de conversion, de manière à présenter des faces opposées et dénudées aux sites environnants. Le Camp-de-Pierrot, situé sur une élévation en face et à 2 kilomètres, fut littéralement assailli par une grêle de grosses pierres qui, venant horizontalement ou de bas en haut, obligèrent, en frappant leurs demeures et en les brisant, les habitants à déloger et à fuir.

» La célèbre source incrustante, située dans l'enceinte du Grand-Sable, connue sous le nom de *Source pétrifiante*, le but des pérégrinations des voyageurs et l'objet d'une foule de curiosités de dépôts calcaires produits avec la plus extrême délicatesse, a été comblée et a entièrement disparu dans cette convulsion géologique.

» Sur les soixante-cinq habitants présents au moment du désastre, soixante-deux ont complétement disparu ensevelis dans ce bouleversement. Une cuisse humaine, arrachée violemment et retrouvée à la surface, fut comme la seule épave d'un grand naufrage où tout a sombré. Trois survivants échappèrent par la translation extraordinaire que nous avons décrite. Parmi eux, le père assure qu'une commotion violente et souterraine aurait *précédé* le désordre de la terre, et un mouvement de trépidation se serait fait sentir dans les lieux voisins.

» Devant ce phénomène et les scènes que nous venons d'esquisser, une question importante se pose :

» L'éboulement est-il le fait d'origine et la cause unique du désastre?

» Ou bien cet éboulement n'est-il lui-même que la conséquence d'une commotion souterraine?

» Les habitants de Salazie, plus rapprochés du théâtre de ce drame, et les deux survivants de cette terrible catastrophe n'hésitent pas à donner à ce fait une origine volcanique et souterraine.

» M. le Dr Vinson et M. P. Cazeau, ancien ingénieur, président de l'agence des eaux de Salazie, se rangent à cette opinion, qui est développée dans le Mémoire du premier et dans une lettre du second de ces observateurs.

» La projection de pierres énormes qui sont venues frapper le Camp-de-Pierrot, à 2 kilomètres du lieu de l'éboulis, se rattache à une cause plus puissante que celle d'un éboulement. L'odeur sulfureuse répandue dans ces lieux, la pluie de poudre de pouzzolane rougeâtre revêtant les feuilles sont encore un phénomène volcanique.

» La constitution géologique des lieux où ce grand fait s'est accompli est encore une preuve en faveur d'une commotion souterraine. En effet, le groupe des Salazes, situé au centre de l'île, fait partie d'une chaîne de montagnes très-hautes, reliées entre elles, entourées de cirques, d'affaissements et d'anciens cratères dont la forme spéciale est encore conservée. Tout y indique l'action volcanique dans toute son énergie. C'est à l'opposite, séparé par la plaine des Cafres, que s'est réfugié le volcan de l'île de la Réunion, dont le cône ignivome existe dans son grand enclos, muraille demi-elliptique, témoin des dernières convulsions que le sol ait subies.

» Les relations souterraines des anciens cirques avec la cause génératrice ou l'élément igné s'attestent, pour Salazie et Cilaos, par des sources thermo-minérales et des sources calcaires ou incrustantes. Nous avons vu une de ces dernières se combler et disparaître dans la convulsion géologique du Grand-Sable. »

TOPOGRAPHIE. — *Sur un télémètre de poche, à double réflexion.* Mémoire de M. GAUMET, présenté par M. du Moncel. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

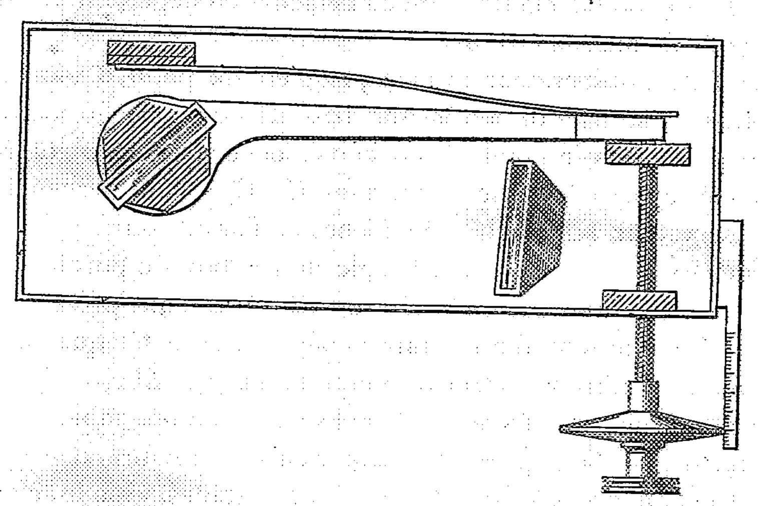
« Le télémètre de poche, que j'ai l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie, comprend deux parties essentielles :

» 1° Un système de deux miroirs, disposés sur une petite plaque métallique de manière à faire entre eux un angle de 45 degrés; l'un d'eux est fixe, l'autre est monté sur une alidade mobile : on peut ainsi faire varier l'angle des miroirs de 41 à 49 degrés

» 2° Une vis micrométrique très-régulière, d'un pas de $\frac{1}{2}$ millimètre. La

tête de cette vis est un cercle de 1 centimètre de rayon, divisé sur sa circonférence en cinquante parties; cette vis se meut dans un double écrou fixé sur la plaque métallique. Une réglette, sur laquelle sont tracées des divisions égales au pas de la vis, se trouve, par sa tranche, presque en con-

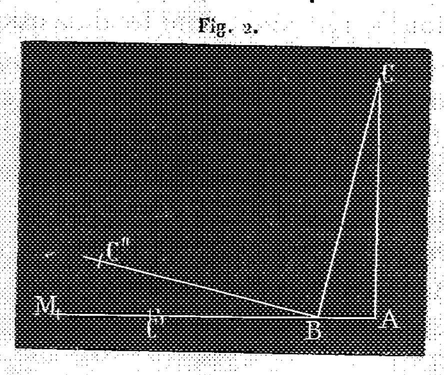
Fig. 1. — Projection horizontale. — Grandeur ½.



tact avec le bord du cercle et sert de repère. Un ressort agissant sur l'extrémité de l'alidade établit un contact permanent entre celle-ci et la pointe de la vis.

» Ces pièces sont disposées dans une boîte parallélépipédique, présentant à la partie postérieure une petite ouverture, à fente horizontale, servant de viseur, et sur la droite une fenêtre rectangulaire, par laquelle pénètrent les rayons lumineux émanés des objets vus par double réflexion.

Fig. 2.



» Un observateur voulant mesurer la distance de deux points, A et C, se place en A, de manière à apercevoir sur sa droite le point C; il voit

alors l'image de C en un point C', par suite de la double réflexion ; il choisit, parmi les objets placés devant lui dans la campagne, un point bien défini M, se trouvant exactement dans la direction AC'.

» Si le point M ne se trouvait pas exactement dans la direction AC', ou, en d'autres termes, si les deux points M et C ne sont pas en coïncidence parfaite, l'observateur établit cette coïncidence en déplaçant l'image C au moyen de la vis micrométrique.

» Cela fait, l'observateur avance jusqu'en un point B dans la direction AM_1, sur laquelle on a pris une base de 20 ou de 40 mètres. Il ne retrouve plus alors le point C' en coïncidence avec le point M ; cette image a été reportée à droite en un point C'', C''B étant perpendiculaire à BC. L'observateur rétablit la coïncidence en faisant tourner le miroir au moyen de la vis micrométrique : l'angle de rotation du miroir est mesuré par le nombre de divisions de la tête de vis qui se sont présentées devant le repère. Le quotient d'un nombre constant, pour chaque instrument, par le nombre de divisions trouvé donne la distance AC.

» Ce calcul peut être évité par la construction d'une table donnant immédiatement la distance correspondant à chaque nombre de divisions.

» De très-nombreuses appréciations ont été faites, avec le télémètre de poche, dans les conditions les plus variées; il résulte de ces expériences que l'erreur à craindre dans la détermination d'une distance est environ du cinquantième de cette distance, quand on prend une base au moins égale au centième. L'emploi d'une lunette de Galilée grossissant trois fois à quatre fois au plus réduit les erreurs de moitié environ, à cause de la diminution de l'erreur de visée. La mesure d'une distance de plusieurs kilomètres n'exige pas plus de trois minutes.

» Le télémètre à double réflexion, dont les dimensions exiguës font un véritable télémètre de poche, est un instrument simple, essentiellement portatif, d'un maniement commode, d'une exactitude suffisante et pouvant très-avantageusement être utilisé dans l'exécution des levés expédiés.

» J'ai employé également le procédé de la mesure de l'angle de rotation d'un miroir, pour la construction d'un instrument à réflexion simple, auquel j'ai donné le nom de *lunette télémétrique*, par suite de son double emploi comme lunette et comme télémètre. »

VITICULTURE. — *Sur l'œuf d'hiver du Phylloxera*. Note de M. P. **Boiteau**.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Depuis l'envoi de ma dernière Note, à la date du 11 septembre dernier, sur les observations que j'avais faites sur les lieux de ponte du Phylloxera ailé et les conséquences que j'en tirais alors comme moyen de destruction, des découvertes d'une réelle importance ont été faites par M. Balbiani et par moi. Ces découvertes ont rendu la destruction de cet insecte bien plus facile que mes premières données ne le faisaient supposer. L'œuf d'hiver, par sa situation extérieure et par son hivernage, est tout à fait à notre portée ; il ne doit plus nous échapper.

» Le Rapport de M. Balbiani est trop clair et trop précis pour qu'il me soit donné d'entrer dans de longues explications. Je me permettrai cependant d'attirer l'attention de l'Académie sur le véritable point d'élection des œufs d'hiver, étude résultant des observations que j'ai faites ces jours derniers.

» Ainsi que l'a fort bien dit M. Balbiani, c'est sous les écorces en exfoliation qu'ils sont déposés ; nos constatations ayant été faites en commun, l'accord était parfait. Mais par quelles circonstances cet insecte se glissait-il si profondément ? Je crois que nous n'avions pas approfondi le fait.

» Voici ce qui se passe : au moment où la désunion commence à se faire entre l'écorce de l'année précédente et celle de l'année courante, il y a dessèchement de la première et par suite diminution de son volume, tant en largeur qu'en épaisseur. Le rétrécissement amène des déchirures et des vides ; l'amincissement amène un écartement entre l'écorce vive et celle qui se dessèche. Il se forme de petits tunnels communiquant entre eux par des déchirures plus ou moins nombreuses; leurs diamètres ont à peine quelques dixièmes de millimètre. C'est dans ces galeries que s'enfoncent les femelles sexuées; elles vont tant qu'elles peuvent pénétrer, et, quand les diamètres deviennent trop petits, elles pondent et meurent sur les lieux. Les œufs d'hiver sont fixés au plancher, au plafond ou aux côtés de la galerie. C'est ce qui explique pourquoi on ne les trouve que sur les parties des ceps assez jeunes pour remplir ces conditions de corridors assez étroits formés par des rayons médullaires très-rapprochés. Jusqu'ici, il m'a été impossible d'en rencontrer sur les parties des ceps ayant plus de dix ou douze ans d'âge.

» Cette observation a une grande importance au point de vue du traitement, car de cette connaissance découlent deux conditions indispensables : l'une qui consiste à atteindre l'œuf dans sa cachette à l'aide d'un insecticide assez puissant pour pénétrer à travers l'écorce; l'autre qui aurait pour base le décorticage, afin de mettre l'œuf à découvert et de faciliter ainsi sa destruction par un insecticide moins puissant que le précédent.

» Ces indications sont à l'étude et j'en poursuis l'exécution.

» Je fais également des expériences qui auraient pour résultat, si elles sont favorables, de supprimer une partie du traitement, d'être très-sûres dans leurs effets et de réduire énormément le prix de revient. Aussitôt fixé, je les communiquerai à l'Académie.

» Dans les travaux de recherches faits jusqu'au moment où M. Balbiani m'a quitté, un point restait obscur ; un côté des mœurs du Phylloxera restait à étudier, et ce point était d'une importance capitale : je veux parler de la génération sexuée souterraine.

» L'année dernière, M. Balbiani avait vu, à la fin de la saison, des femelles sexuées sur les racines, ce qui lui avait fait supposer qu'il pouvait y avoir une génération sexuée hypogée semblable à la génération extérieure. Après le départ de M. Balbiani (fin septembre), et ainsi, du reste, que je lui avais promis, je me mis à la recherche de cette génération sexuée.

» Mes études ont duré de cette époque jusqu'au 20 novembre, alors que la ponte des aptères était terminée. Pendant tout ce temps, tous les jours, si les circonstances climatologiques le permettaient, j'arrachais des racines ainsi que des pieds entiers chargés de Phylloxeras aptères. Je les examinais minutieusement à la loupe et au microscope, lorsqu'il y avait le moindre doute. Ces racines étaient ensuite conservées dans des flacons, afin de les vérifier de nouveau. Dans le choix des racines, j'ai examiné des vignes de tous les âges et à différents degrés de maladie.

» Malgré toutes ces recherches, recherches faites de la manière la plus attentive et la plus consciencieuse sur des millions d'individus, il m'a été impossible de voir un seul insecte ayant des rapports avec les sexués, ni de découvrir un seul œuf n'ayant pas les caractères de celui de l'aptère.

» Une remarque importante, que j'ai faite dans les premiers jours d'octobre, semble expliquer pourquoi M. Balbiani a vu quelques rares sujets sexués sur les racines. A ce moment le vent avait tourné au nord et la température avait baissé brusquement ; je fus surpris de ne plus rencontrer d'insectes ailés sur les feuilles. Ayant voulu déchausser un jeune pied de

vigne, j'en trouvai en abondance sous les écorces recouvertes par la terre jetée par la charrue. Beaucoup d'œufs avaient été déposés, et des jeunes sexués se promenaient sur le collet de la plante. Il ne serait pas étonnant, d'après cela, que leur présence fût constatée sur les racines superficielles.

» Il y a lieu d'espérer que les choses ne se passent pas autrement, malgré l'analogie des transformations entre les aptères du Phylloxera de la vigne et les aptères du Phylloxera du chêne, qui, eux, pondent des œufs sexués. Leur situation opposée, les uns à l'air libre, les autres dans le sol, pourrait bien être cause de cette différence de mœurs.

» Je vais poursuivre ces recherches expérimentalement, en observant sur des vignes purgées tous les ans des œufs d'hiver. Ce mode d'investigation, bien que long, est nécessaire pour déterminer la durée de la génération agame et permettre d'étudier d'une manière complète la génération sexuée souterraine. »

« M. de Carvalho présente à l'Académie, par l'entremise de M. Th. du Moncel, un modèle d'appareil ozonogène qu'il destine à l'assainissement des appartements, dans les pays chauds et malsains.

» C'est une espèce de condensateur à effluve électrique, qu'il adapte à une rainure pratiquée, soit horizontalement, soit verticalement, dans l'une des cloisons de ces appartements. Ce condensateur peut être simple ou multiple, suivant la quantité d'ozone nécessaire pour assainir l'air de l'appartement; un aspirateur, constitué par une sorte d'entonnoir allongé, dont la partie étroite enveloppe la rainure, permet d'activer le courant d'air passant à travers l'effluve électrique; une machine de Ruhmkorff et une pile produisent les décharges électriques.

M. de Carvalho croit que l'action électrique, agissant à l'état dynamique sur l'air atmosphérique, lui donne des propriétés sanitaires particulières, et il est d'autant plus porté à le croire que, d'après les expériences ozonométriques faites jusqu'ici, les maladies épidémiques paraissent se rencontrer rarement dans les lieux où l'air est riche en ozone. »

(Commissaires : MM. Becquerel, Fizeau, Cl. Bernard,
P. Thenard, du Moncel.)

M. P. Thenard présente, à propos de cette Communication, les observations suivantes :

« Je crois qu'il serait grandement temps de mettre le public et même les savants en garde contre les légendes répandues sur l'ozone.

» Loin d'être bénin, l'ozone est, au contraire, un des plus énergiques poisons dont soient dotés nos laboratoires : les très-graves accidents qu'il a produits dans le mien ne laissent nul doute à cet égard.

» Je ne m'étendrai pas sur son mode d'action physiologique, M. Arnould Thenard devant publier bientôt un travail sur ce sujet; je dirai seulement que, sous l'influence de l'ozone, et à des titres extrêmement faibles, il a reconnu que les globules du sang se contractent rapidement et même changent de forme, et que le pouls se ralentit au point que celui d'un cochon d'Inde, battant normalement 148 pulsations, tombe à une trentaine au bout d'un séjour d'un quart d'heure, répété une fois par heure pendant cinq heures consécutives.

» Aujourd'hui que la Médecine tire de si sérieuses indications du changement de température chez les malades, elle trouvera, j'ai lieu de l'espérer, dans l'application de l'ozone un moyen d'en combattre les excès; mais de cette espérance à jeter à tort et à travers de l'ozone dans les lieux habités, sous prétexte d'en combattre les miasmes, il y a bien des dangers à éviter; car, si nos plus grands poisons sont nos meilleurs remèdes, il faut apprendre à s'en servir et ne pas se tromper de moment, de dose ou de flacon.

» Je viens de dire flacon! Est-on, en effet, bien assuré que l'ozone existe dans l'atmosphère?

» C'est à l'aide d'un papier coloré, dont la teinte se modifie plus ou moins profondément au contact de l'air, qu'on prétend le démontrer et qu'on arrive, dit-on, à le doser. Ce papier, j'en conviens, sauf l'ozone, échappe à l'action des réactifs vulgaires qu'on peut suspecter dans l'air, ou plutôt il ne donne pas avec eux les mêmes modifications; mais qui dit que dans l'air il n'existe ou ne se forme pas un agent autre que l'ozone, qui altère de la même façon le papier et ne soit cependant pas de l'ozone?

» M. Wittmann, en projetant de l'air à travers une flamme de lampe d'émailleur, obtient un air qui agit sur le papier ozonométrique comme l'ozone lui-même : or, tandis que cet air désinfecte, sans les acidifier sensiblement, les flegmes de mauvais goût, l'ozone ne les désinfecte pas et les acidifie; de plus, tandis que l'ozone ne résiste pas à une température de 200 degrés, l'air modifié de M. Wittmann s'engendre dans un milieu qui ramollirait le verre.

» Il y a donc encore dans cette question bien des *desiderata*, et autant je croirais imprudent de nier la présence possible, la présence probable de l'ozone dans l'atmosphère, ainsi que les heureux usages que l'art de

guérir peut, à l'occasion, tirer de l'ozone préparé artificiellement, autant je trouve téméraire de donner pour démontré ce qui n'est encore que vague, confus et dangereux. »

M. Sedan soumet au jugement de l'Académie, par l'entremise de M. Larrey, un Mémoire portant pour titre : « Étude expérimentale sur l'antagonisme des sulfates de quinine et de strychnine ».

(Renvoi au Concours de Physiologie expérimentale.)

M. A. Guyard adresse l'analyse d'une chaux ayant servi à l'épuration du gaz d'éclairage.

(Renvoi à l'examen de M. Peligot.)

M. L. Hugo adresse une Note relative à « l'Arithmétique pan-imaginaire. »

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Desprez adresse une Note relative à un traitement du choléra asiatique.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. W. Matznar adresse une Note relative à la direction des aérostats.

(Renvoi à la Commission.)

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce informe l'Académie qu'il met à sa disposition une subvention nouvelle, pour la continuation des recherches entreprises pour combattre le Phylloxera.

M. le Président du Conseil d'administration des Chemins de fer du Midi informe l'Académie que la Compagnie met à sa disposition une allocation nouvelle, pour le même objet.

M. l'Inspecteur général de la Navigation adresse les états des crues et diminutions de la Seine, observées chaque jour, au pont Royal et au pont de la Tournelle, pendant l'année 1875.

MM. Campana, E. Faivre, A. Robin, A. Madamet, P.-A. Favre, Le-

Gouest adressent des remercîments à l'Académie, pour les distinctions qui leur ont été accordées dans la dernière séance publique.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, le tome II de l' « Exposition analytique et expérimentale de la Théorie mécanique de la chaleur », par M. *Hirn*.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Généralisation de la théorie du rayon osculateur d'une surface*. Note de M. **R. Lipschitz.**

« Dans la séance de l'Académie du 19 octobre 1874, t. LXXIX, p. 909, M. C. Jordan a fait connaître une généralisation du théorème d'Euler, sur la courbure des surfaces. Une généralisation de la théorie du rayon osculateur d'une surface, fondée sur un principe différent, se trouve exposée dans mon Mémoire intitulé *Entwickelung einiger Eigenschaften der quadratischen Formen von n Differentialen*, daté du 18 octobre 1869 et publié dans le *Journal de M. Borchardt*, vol. LXXI, p. 274, et de même dans l'analyse exacte que j'en ai donnée dans le *Bulletin* de M. Darboux, t. IV, p. 297. Qu'il me soit permis de présenter à l'Académie une comparaison des deux méthodes de généralisation mentionnées.

» Dans les formules de M. Jordan, certains systèmes de valeurs étant supposés nuls, qui, sans cela, devraient y figurer, déterminons les expressions plus générales auxquelles on parvient, abstraction faite de cette restriction. Admettons que, dans la variété de l'ordre n des n variables x_a, les lettres $a, b, \ldots$ parcourant la suite des nombres depuis 1 jusqu'à n, deux variétés de l'ordre de $n-l$ soient déterminées par chacun des deux systèmes d'équations simultanées $y_\alpha =$ const. et $z_\beta =$ const., la lettre α et la lettre β désignant la suite des nombres depuis l'unité jusqu'au nombre l. Supposons que les variables x_a, regardées comme les coordonnées d'un point dans un espace à n dimensions, reçoivent les accroissements $d^{(1)}x_a$ ou $d^{(2)}x_a$, selon que le mouvement du point x_a satisfait au système $d^{(1)}y_\alpha = 0$ ou au système $d^{(2)}z_\beta = 0$. Supposons de plus que le carré de la distance d'un point x_a à un point voisin $x_a + dx_a$ soit mesuré par la fonction $\sum_a dx_a^2$, et cherchons la fraction Q dont le dénominateur est le carré de la distance du point x_a à un point quelconque fixe $x_a + d^{(2)}x_a$, et dont le numérateur représente le carré de la distance la plus petite d'un point variable $x_a + d^{(1)}x_a$ au point $x_a + d^{(2)}x_a$. Il faut alors rendre minimum

la fonction $\sum_a [d^{(1)}x_a - d^{(2)}x_a]^2$ par rapport aux différentielles $d^{(1)}x_a$, en ayant égard aux conditions $d^{(1)}y_\alpha = 0$. Par les méthodes connues, et en introduisant les notations

$$\sum_a \frac{\partial y_\alpha}{\partial x_a}\frac{\partial y_\beta}{\partial x_a} = s_{\alpha,\beta}, \quad \frac{1}{\text{dét.}\, s_{\alpha,\beta}}\frac{\partial\, \text{dét.}\, s_{\alpha,\beta}}{\partial s_{\gamma,\delta}} = S_{\gamma,\delta},$$

on aura

$$(1)\quad \begin{cases} d^{(1)}x_a - d^{(2)}x_a = -\sum_{\alpha,\beta} S_{\alpha,\beta}\frac{\partial y_\alpha}{\partial x_a} d^{(2)}y_\beta, \\ \sum_a (d^{(1)}x_a - d^{(2)}x_a)^2 = \sum_{\alpha,\beta} S_{\alpha,\beta} d^{(2)}y_\alpha d^{(2)}y_\beta, \end{cases}$$

d'où l'on tire

$$Q = \frac{\sum_{\alpha,\beta} S_{\alpha,\beta} d^{(2)}y_\alpha d^{(2)}y_\beta}{\sum_a (dx_a)^2}.$$

En ajoutant les conditions que les $d^{(2)}z_\alpha$ satisfassent aux équations

$$d^{(2)}z_\alpha = d^{(2)}y_\alpha + \sum_a d\frac{\partial y_\alpha}{\partial x_a} d^{(2)}x_a,$$

et les dx_b aux équations $dy_\beta = 0$, ayant de plus égard aux équations $d^{(2)}z_\alpha = 0$, les $d^{(2)}y_\alpha$ qui figurent dans le numérateur de Q prendront les valeurs $-\sum_a d\frac{\partial y_\alpha}{\partial x_a} d^{(2)}x_a$; en outre les $d^{(2)}x_a$ convergeront par le décroissement des valeurs $d^{(2)}y_\beta$, d'après (1), vers les limites $d^{(1)}x_b$. Par suite, la fraction Q se confond finalement avec la fraction

$$(2)\quad \frac{\sum_{\alpha,\beta} S_{\alpha,\beta} \sum_a d\frac{\partial y_\alpha}{\partial x_a} d^{(1)}x_a \sum_b d\frac{\partial y_\beta}{\partial x_b} d^{(1)}x_b}{\sum_a (d^{(1)}x_a)^2},$$

qui signifie la même chose que la fraction marquée (5) dans la Note de M. Jordan. Or, après avoir fait remarquer que la fraction en question, si l'on fait varier les $d^{(1)}x_a$, présente $n - l$ maxima ou minima, M. Jordan formule un problème *de maximis et minimis* pour la somme de ces valeurs, divisée par la fonction $\sum_a d^2x_a$, par rapport aux dx_a, et il démontre qu'il

y a $n - l$ solutions et que deux systèmes $d' x_a$ et $d'' x_a$ correspondant à deux solutions différentes suffisent à l'équation $\sum_a d' x_a d'' x_a = 0$. Dans le cas $n = 3$, $l = 1$, ladite somme devient égale au carré du sinus de l'angle compris entre deux plans consécutifs tangents à la surface $y_1 = \text{const.}$ Voici la base de la généralisation de M. Jordan dont j'ai parlé.

» La généralisation de la théorie du rayon osculateur que j'ai mentionnée plus haut s'appuie sur le théorème connu de Mécanique, que, lorsqu'un point matériel, qui n'est soumis à l'action d'aucune force accélératrice, doit se mouvoir sur une surface déterminée, le moment de la pression exercée en chaque point est proportionnel à la valeur réciproque du rayon de courbure. Pour étendre le problème du mouvement du point imaginé, supposons que, dans un espace à n dimensions, le carré de la distance du point x_a au point voisin $x_a + dx_a$ soit représenté par la fonction essentiellement positive du second degré des n différentielles dx_a,

$$2f(dx) = \sum_{a,b} a_{a,b}\, dx_a\, dx_b,$$

où les coefficients $a_{a,b}$ dépendent d'une manière quelconque des variables x_a et où le déterminant dét. $a_{a,b} = \Delta$ ne s'évanouit pas identiquement. Les variables x_a étant assujetties aux l conditions $y_\alpha = \text{const.}$, on demande que la première variation de l'intégrale

$$\int \left[f\left(\frac{dx}{dt}\right) + \lambda_1 y_1 + \ldots + \lambda_2 y_2 \right] dt,$$

dans laquelle les lettres λ_α dénotent l multiplicateurs indéterminés, s'annule. Alors les quantités λ_α deviennent égales à des fonctions homogènes du second degré des dérivées $\frac{dx_a}{dt}$. Si l'on substitue ces valeurs des multiplicateurs dans la somme $\sum_\alpha \lambda_\alpha \delta y_\alpha$, où les variables δy_α sont susceptibles de valeurs quelconques, cette somme représentera une généralisation du moment de la pression précédemment défini. »

GÉOMÉTRIE. — *Note sur une classe particulière de décagones gauches, inscriptibles à l'ellipsoïde;* par M. **P. Serret.**

« **1.** J'ai donné déjà, dans un ouvrage antérieur, l'extension, à dix points d'une surface du second ordre, de la propriété générale de dix points d'une conique exprimée par le théorème de Desargues.

» L'analogie intéressante, mais beaucoup plus restreinte, qui fait l'objet de cette Note, se rapporte au théorème de Pascal, et peut être considérée sous deux points de vue distincts : dans son énoncé actuel, ou dans la double démonstration, analytique ou géométrique, qu'elle comporte. Si l'on n'en regarde d'abord que l'énoncé, et la part faite de la satisfaction partielle que notre curiosité peut recevoir de cette première ouverture sur une proposition si longtemps et si vainement cherchée, l'analogie particulière, qu'on a ici en vue, paraît justement trop satisfaisante et trop précise pour nous permettre d'espérer que l'analogie générale, s'il en existe quelqu'une, puisse s'offrir à nous dans un parallélisme très-accentué avec le théorème de Pascal. Envisagée, au contraire, au point de vue de la démonstration analytique qu'elle comporte, notre analogie, bien que très-particulière, paraît offrir plus de ressources, et autoriser même quelque espérance meilleure touchant la possibilité de mettre enfin la main sur l'analogie générale qui importerait surtout. Il se peut, en effet, que celle-ci ne dépende que d'une heureuse extension de notre analyse, ou de la formation, *a priori*, de quelque autre équation du second degré, plus générale, et admettant, comme celle que nous allons donner, *dix* solutions rationnelles en évidence.

» 2. ANALOGIE : THÉORÈME. — *Tout hexagone plan dont les côtés opposés se coupent deux à deux sur une même ligne droite étant, comme l'on sait, inscriptible à une courbe du second ordre, tout décagone gauche dont les côtés opposés se coupent deux à deux sur un même plan est de même inscriptible à une surface du même ordre.*

» On aperçoit déjà que tout le mérite de ce théorème devra se trouver dans la démonstration, puisque le seul théorème de Pascal et l'analogie la mieux indiquée et la plus facile en donnent d'abord tout l'énoncé. Quant à la démonstration elle-même, il est évident qu'elle devra dépendre : 1° d'un mode convenable de représentation des éléments du décagone gauche de l'énoncé; 2° de la formation, *a priori*, d'une équation du second degré qui se trouve vérifiée d'elle-même en chacun des sommets du décagone.

» Or, si l'on représente par les équations successives

$$(D)\qquad \left\{\begin{aligned} 0 &= M + A = M - B = M + C = M - D = M + E,\\ &= M - A = M + B = M - C = M + D = M - E \end{aligned}\right.$$

les plans des angles successifs d'un décagone gauche, on voit aussitôt que

le décagone actuel, dont deux côtés opposés quelconques, tels que

$$o = M + A = M - B,$$
$$o = M - A = M + B,$$

se coupent, en effet, sur le plan fixe représenté par l'équation $M = o$, peut être pris pour le décagone de l'énoncé.

» L'un quelconque des sommets du décagone se trouve donc défini par trois équations simultanées, telles que

$$o = M \pm A = M \mp B = M \pm C,$$

que l'on peut écrire

(1) $$A = \mp M, \quad B = \pm M, \quad C = \mp M;$$

et qui entraînent cette triple identité

(1') $$o = A + B = B + C = M^2 - AC.$$

» Considérons actuellement la surface du second degré représentée par l'équation

(S) $$- M^2 + A.C + B.D + C.E + D.A + E.B = o.$$

Comme cette équation peut s'écrire

(S') $$(- M^2 + A.C) + (A + B)D + (B + C)E = o,$$

on voit qu'elle est vérifiée identiquement par les coordonnées (1) ou (1') du sommet considéré. Or cette seule vérification, associée à la symétrie en A, B, C, D, E des équations (D) et (S), démontre le théorème.

» 3. Si l'on désigne par

(3) $$P_1, P_2, \ldots, P_5, P_6 = o$$

les côtés successifs d'un hexagone inscrit à une conique, on démontre bien aisément que la dépendance géométrique existant entre ces six droites se traduit par l'identité

(3') $$\lambda_1 P_1 P_2 + \ldots + \lambda_6 P_6 P_1 \equiv o.$$

Réciproquement, l'identité (3') caractérise, en général, les côtés successifs d'un hexagone inscriptible, et il n'est besoin d'aucun calcul pour *lire* le théorème de Pascal dans cette identité. Or il est remarquable que les plans des angles successifs

(4) $$P_1, P_2, \ldots, P_9, P_{10} = o$$

du décagone gauche inscriptible, considéré précédemment, donnent lieu à

une identité toute semblable

(4') $$\lambda_1 P_1 P_2 + \ldots + \lambda_{10} P_{10} P_1 \equiv 0,$$

comme on le voit en posant

$$\lambda_1 = +1, \quad \lambda_2 = -1, \quad \lambda_3 = +1, \ldots.$$

Il resterait à reconnaître la généralité de la relation (4') et à en trouver ensuite quelque traduction géométrique. Mais la relation (4') est-elle générale? En d'autres termes, l'identité tangentielle

$$\Sigma_1^0 \lambda_i p_i^2 \equiv 0,$$

qui relie les dix sommets $p_1, p_2, \ldots, p_{10} = 0$ d'un décagone inscriptible quelconque, entraîne-t-elle, entre les plans $P_1, P_2, \ldots, P_{10}$ des angles successifs de ce décagone, la relation (4')? Je l'ignore tout à fait, et il ne paraît pas très-facile d'en décider. Toutefois la proposition est vraie dans le plan, et l'on déduit, en particulier, ce théorème: *Si un hexagone est circonscriptible à une conique, il existe une autre conique qui divise harmoniquement les six côtés de l'hexagone.*

» C'est, comme on voit, une expression particulière des dépendances descriptives, encore inconnues, que comportent six couples de points conjugués à une même conique.

» 4. L'analogie du n° 2 se peut aussi établir géométriquement. Il arrive même qu'elle reçoit ainsi un certain degré de généralisation, comme nous pourrons le montrer dans une Note ultérieure. »

ANALYSE. — *Note sur l'application des séries récurrentes à la recherche de la loi de distribution des nombres premiers;* par M. E. LUCAS. (Extrait.)

« La série de Lamé, que cet illustre géomètre fit servir à la détermination d'une limite supérieure du nombre des opérations à effectuer dans la recherche du plus grand commun diviseur de deux nombres entiers, est une série récurrente définie par la relation

$$u_{n+2} = u_{n+1} + u_n,$$

et par les deux conditions initiales

$$u_0 = 0, \quad u_1 = 1;$$

elle possède les propriétés suivantes :

» THÉORÈME I. — *L'expression d'un terme quelconque u_n est donnée, en fonc-*

tion du rang n, par la formule

$$2^n\sqrt{5}\,u_n = (1+\sqrt{5})^n - (1-\sqrt{5})^n.$$

» Théorème II. — *On a les deux formules symboliques*

$$u^{n+2p} = u^n(u+1)^p,$$
$$u^{n-p} = u^n(u-1)^p,$$

dans lesquelles on remplace, après le développement, les exposants par des indices. Les trois formules précédentes subsistent encore lorsque l'on donne à n des valeurs négatives.

» Théorème III. — *On a encore la formule*

$$u_{n+1} = 1 + \frac{n}{1} + \frac{(n-1)(n-2)}{1.2} + \frac{(n-2)(n-3)(n-4)}{1.2.3} + \ldots,$$

et l'expression

$$1 - \frac{n}{1} + \frac{(n-1)(n-2)}{1.2} - \frac{(n-2)(n-3)(n-4)}{1.2.3} + \ldots$$

est égale à $+1$, *à* 0 *ou à* -1, *suivant que le reste de la division de n par* 6 *est* 0 *ou* 5, 1 *ou* 4, 2 *ou* 3.

» Théorème IV. — *Le terme de rang pq est exactement divisible par les termes de rangs p et q, et par leur produit si les nombres p et q sont premiers entre eux.*

» On en déduit une proposition réciproque.

» Théorème V. — *En posant* $u_{2n} = u_n v_n$, *la série des* v_n *représente des nombres entiers satisfaisant à la relation*

$$v_{n+2} = v_{n+1} + v_n,$$

et aux deux relations

$$v_{4n+2} = v_{2n+1}^2 + 2,$$
$$v_{4n} = v_{2n}^2 - 2.$$

» Il est facile de trouver un grand nombre de formules analogues aux précédentes. Ces formules permettent de calculer rapidement les termes de la série de Lamé dont le rang est égal à $2^n k$, lorsque l'on connaît le terme de rang k.

» Théorème VI. — *Les diviseurs premiers impairs de* u_{2n+1} *sont de la forme* $4q+1$; *les diviseurs premiers impairs de* v_{4n} *sont de la forme* $8q \pm 1$, *et les diviseurs premiers impairs de* v_{4n+2} *sont des formes* $8q+1$ *et* $8q+3$.

» Théorème VII. — *Si p désigne un nombre premier de la forme* $10q \pm 1$, *les*

termes dont le rang est un multiple quelconque d'un certain diviseur de p — 1 sont divisibles par p, et les autres termes ne sont pas divisibles par p.

» Théorème VIII. — *Si p désigne un nombre premier de la forme* $20q+11$ *ou de la forme* $20q+19$, *les termes divisibles par p ont pour rangs les nombres égaux aux multiples de* $p-1$.

» Théorème IX. — *Si p désigne un nombre premier de la forme* $10q \pm 3$, *les termes divisibles par p ont un rang égal à un multiple quelconque d'un certain diviseur de* $p+1$.

» Théorème X. — *Si le terme de rang* $A+1$ *dans la série de Lamé est divisible par le nombre impair* A *de la forme* $10p \pm 3$, *et si aucun terme dont le rang est un diviseur de* $A+1$ *n'est divisible par* A, *le nombre* A *est premier.*

» Théorème XI. — *Si le terme de rang* $A-1$ *dans la série de Lamé est divisible par le nombre impair* A *de la forme* $10p \pm 1$, *et si aucun terme dont le rang est un diviseur de* $A \pm 1$ *n'est divisible par* A, *le nombre* A *est le premier.*

» J'ai découvert un grand nombre d'autres propositions de ce genre, s'appliquant encore aux séries récurrentes contenant un terme nul, et en particulier à toutes les séries récurrentes déduites de la résolution des équations quadratiques, et en particulier de celle de Pell. Ces propositions permettent de décomposer rapidement les termes de la série de Lamé, par exemple, en leurs facteurs premiers, ou de reconnaître s'ils sont premiers. Ainsi

$$u_{2q} = 514229$$

n'admet que les diviseurs premiers des formes linéaires

$$116p+1, \quad 116p+57,$$

et l'essai des deux nombres 173 et 349, qui satisfont à cette condition, indique immédiatement que u_{2q} est un nombre premier.

» Il est d'ailleurs important de remarquer que les théorèmes X et XI permettent de savoir si un nombre est premier ou composé, sans qu'on ait besoin de se servir de la table des nombres premiers. C'est à l'aide de ces théorèmes que je pense avoir démontré que le nombre

$$A = 2^{127} - 1$$

est premier. Ce nombre contient *trente-neuf* chiffres, tandis que le plus grand nombre premier connu actuellement n'en contient que dix. Ce nombre est, d'après Euler, égal à $2^{31}-1$.

» En effet, le nombre A est de la forme $10p-3$, et j'ai vérifié que u_k n'est jamais divisible par A pour $k = 2^n$, excepté pour n égal à 127. »

SPECTROSCOPIE. — *Sur le spectre du gallium.* Note de M. **Lecoq de Boisbaudran**, présentée par M. Wurtz.

« Je viens de mesurer de nouveau les longueurs d'ondes des raies du gallium, dans des conditions d'exactitude que le faible éclat du spectre obtenu ne m'avait pas permis de réaliser lors de ma première détermination (*). J'ai, du reste, retrouvé rigoureusement le même nombre pour la principale raie; quant à la moins brillante, elle est un peu plus réfrangible que je ne l'avais estimé d'abord.

» Avec le chlorure de gallium, relativement assez concentré (**), que j'ai récemment soumis à l'action de l'étincelle électrique, je n'ai pas observé d'autres raies que les deux suivantes; si l'on en trouve avec des solutions tout à fait concentrées, elles ne pourront donc être que faibles.

Position sur mon micromètre.	λ.	
α 193,72	417,0	Étroite, *forte*. Notablement plus brillante dans une étincelle de longueur moyenne que dans une étincelle très-courte.
β 208,90 (***)	403,1	Étroite. Bien marquée, mais beaucoup moins forte que α 193,72. Notablement plus vive avec une étincelle moyenne qu'avec une étincelle très-courte.

» La raie α 417,0 est caractéristique du gallium; c'est une réaction fort sensible. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *De la décroissance du sucre dans les betteraves pendant la seconde période de leur végétation.* Note de M. **B. Corenwinder**, présentée par M. Peligot.

« On sait que, pour recueillir de la graine, on replante au printemps les betteraves obtenues pendant la campagne précédente. Le sucre qui s'est formé dans la racine est utilisé par la plante pendant la seconde période de sa végétation; mais de quelle manière cette utilisation a-t-elle lieu?

(*) *Comptes rendus*, t. LXXXI, p. 494, 20 septembre 1875.

(**) Les intensités relatives, indiquées dans la description des raies, se rapportent à la concentration moyenne de la solution actuellement employée.

(***) La raie Ga β est bien plus difficile à mesurer que Ga α; je ne pense pas néanmoins que l'erreur de λ dépasse de beaucoup 0,1.

» C'est ce que j'ai établi par des expériences dont je tire les conséquences suivantes :

» 1° La betterave plantée pour en obtenir de la graine perd, au début de sa végétation, une certaine quantité de sucre qui sert à l'alimentation des feuilles primitives.

» 2° Depuis cette époque jusqu'au moment où apparaissent les rudiments des graines, le sucre reste en permanence dans la racine. Il est probable dès lors que le carbone nécessaire à la formation des tiges et des feuilles (qui acquièrent pendant cette période un grand développement) est emprunté en grande partie, sinon exclusivement, à l'atmosphère.

» 3° A partir du moment où les graines apparaissent, le sucre décroît rapidement dans la racine, et il a disparu complétement à la maturité des graines.

» M. Peligot a observé, le premier, que les betteraves qui ont donné des graines mûres ne renferment plus de sucre. De mon côté, je crois avoir vu, avant tout autre observateur, qu'on n'y trouve plus d'acide phosphorique à cette époque, et que les alcalis (potasse et soude) s'y sont accumulés dans une proportion considérable.

» Il ne me paraît pas douteux, d'après ce qui précède, que la disparition du sucre de la betterave, au moment précis où les graines vont se former, prouve que ce principe immédiat donne naissance à l'amidon qui se produit dans ces graines, et que ses éléments s'y condensent ainsi sous une forme plus stable, plus à l'abri des altérations qui pourraient survenir jusqu'au moment de la germination (1).

» Du reste, c'est de cette manière que les choses se passent ordinairement dans la végétation. Les feuilles des graminées, le blé, le maïs, etc., élaborent primitivement du sucre (2), puis ce dernier corps, essentiellement altérable de sa nature, prend ultérieurement une forme plus fixe, en s'organisant à l'état de fécule autour de l'embryon.

---

(1) La graine de betterave renferme, comme on le sait, une fécule de très-petite dimension.

(2) J'ai démontré, il y a déjà longtemps, dans un Mémoire qui a paru dans les *Annales de Chimie et de Physique* (année 1858), que la quantité d'acide carbonique que les feuilles des plantes peuvent absorber pendant leur exposition au soleil est plus importante qu'on ne le suppose généralement; aussi je ne pense pas qu'on puisse mettre en doute le rôle capital des feuilles dans l'assimilation du carbone et l'élaboration des substances hydrocarbonées qui s'organisent en sucre dans les tiges ou les racines.

» Si donc, comme le soutient M. Cl. Bernard, la doctrine de la transformation de l'amidon en sucre dans les feuilles de betteraves est une hypothèse, il me semble que l'action inverse, c'est-à-dire la transformation du sucre en amidon dans les plantes, est une doctrine aussi plausible que la plupart de celles qui sont admises en Physiologie animale et végétale.

» En entrant dans la circulation végétale, le sucre cristallisable, primitivement emmagasiné dans la racine de la betterave, se change d'abord en sucre incristallisable *réduisant fortement la liqueur de cuivre* et *déviant à droite* le plan de polarisation de la lumière.

» C'est au moins ce que je viens de constater pour les jeunes pousses qui se forment sur les betteraves que l'on conserve en silo. Ces rudiments de feuilles dépourvues de chlorophylle m'ont donné à l'analyse :

Eau		87,800
Sucre cristallisable		0,520
Sucre incristallisable		3,310
Substances azotées		3,462
Cellulose, pectose, acide organique, etc		3,288
Acide phosphorique	0,211	1,620
Potasse, soude, magnésie, chlore, silice, etc	1,409	
		100,000

» Ces feuilles à l'état normal renferment :

Azote .... 0,554 pour 100.

» Un second essai, effectué sur des feuilles de même dimension prises sur d'autres betteraves, m'a donné :

Sucre cristallisable	0,450
Sucre incristallisable	3,224
	3,674

» Je me suis assuré, en outre, que la quantité de sucre diminue dans ces pousses à mesure qu'elles grandissent. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur l'installation de l'observatoire météorologique du Puy-de-Dôme.* Note de M. **Alluard**, présentée par M. Jamin.

« J'ai l'honneur d'informer l'Académie que, depuis le 20 décembre dernier, des observations météorologiques sont faites régulièrement de trois heures en trois heures, à la cime du Puy-de-Dôme.

» Avant l'hiver, un gardien a pu y être installé avec sa famille, dans les constructions presque terminées de l'observatoire. Grâce aux précautions

prises, il y a passé sans souffrance la période de froid qui a commencé en Auvergne le 21 novembre, et qui n'a pris fin que le 12 décembre. Toutes les inquiétudes relatives à la possibilité d'habiter pendant toute l'année sur le sommet du Puy-de-Dôme, sommet isolé dans l'atmosphère, à une altitude de 1470 mètres, n'avaient donc aucun fondement.

» Une station météorologique, dite *station de la plaine*, est établie aux abords de la ville de Clermont, et munie des mêmes appareils scientifiques que la station de la montagne située à la cime du Puy-de-Dôme. Ces deux stations, d'une différence d'altitude de 1100 mètres, et d'une distance, à vol d'oiseau, de 9 kilomètres environ, sont reliées par une ligne télégraphique, qui permet de comparer à chaque instant les observations météorologiques faites en haut et en bas, dans des conditions si différentes.

» L'Académie peut aujourd'hui considérer l'observatoire météorologique du Puy-de-Dôme comme fondé. Jusqu'ici, aucun établissement de ce genre, aussi complet, n'a été créé. Il est dû à la libéralité de l'État, de la ville de Clermont et particulièrement du département du Puy-de-Dôme, qui n'ont rien épargné pour en faire un observatoire modèle. J'espère que l'Académie accordera toute sa sympathie et son appui bienveillant à cette création, que j'ai poursuivie sans relâche depuis six ans, malgré bien des obstacles, par les temps les plus difficiles.

» L'observatoire météorologique du Puy-de-Dôme est une annexe de la Faculté des Sciences de Clermont; aussi pourra-t-il profiter de toutes les ressources expérimentales de cette Faculté. Alors les études qui y seront poursuivies ne se borneront pas à la Météorologie proprement dite : bien des questions de Physique pure, ou relatives à la Physique du globe, pourront être abordées dans des conditions nouvelles. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les mouvements périodiques des feuilles dans l'*Abies Nordmanniana. Note de M. J. **Chatin**, présentée par M. Duchartre.

« L'*Abies Nordmanniana* est une Conifère aujourd'hui très-répandue, en raison de l'élégante coloration de ses feuilles, dont la face inférieure est blanchâtre, tandis que leur face supérieure est d'un beau vert foncé.

» Or, si l'on observe cet arbre de grand matin ou vers le déclin du jour, on constate que l'ensemble de son feuillage paraît uniformément blanchâtre, tandis que, dans le milieu de la journée, la teinte verte y semble générale. Si l'on cherche à se rendre compte de cette différence de colora-

tion, on voit qu'elle résulte d'une position spéciale des feuilles, situation qui varie durant le jour et durant la nuit : dans le premier cas, les feuilles sont étalées sur le rameau et présentent leur face supérieure, d'où résulte l'aspect verdâtre du feuillage; durant la seconde période, au contraire, c'est leur face inférieure qui s'offre à l'observateur et qui détermine la teinte blanchâtre de l'*Abies*.

» On arrive donc à distinguer ainsi une *position diurne* et une *position nocturne*. Celle-ci mérite une attention spéciale, en raison des phénomènes qui la déterminent : on voit les feuilles, d'abord horizontales, se redresser peu à peu sur le rameau, de manière à prendre une direction souvent presque perpendiculaire à celle du rameau ; mais, en même temps, ce mouvement d'érection est accompagné d'un mouvement de torsion imprimé à la partie basilaire de la feuille et pouvant souvent parcourir un arc de 90 degrés. Les feuilles des rameaux supérieurs semblent subir, sous ce rapport, une sorte d'accommodation qui permet à cette torsion d'y persister au moins partiellement. C'est d'ailleurs là un fait particulier que je me borne à indiquer actuellement, comptant le traiter d'une manière plus détaillée dans une prochaine Communication, où j'aurai l'honneur de présenter à l'Académie les résultats que m'ont fournis des expériences qui seront bientôt terminées et que j'ai entreprises dans le but de reconnaître, chez l'*Abies Nordmanniana* et quelques autres types voisins, les causes et le mécanisme des phénomènes mentionnés ici et dont l'analyse permet d'examiner, dans leurs principaux détails, ces *mouvements de torsion*, sur lesquels la Physiologie végétale ne possède que bien peu de données. A un autre point de vue, leur étude permet d'étendre aux Gymnospermes l'existence des mouvements spontanés que d'anciens observateurs ont signalés chez plusieurs Dicotylédones, que M. Brongniart a décrits chez plusieurs Monocotylédones et qui, l'exemple actuel le montre nettement, se retrouvent dans les trois grandes divisions des végétaux phanérogames. »

A 5 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures. J. B.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 JANVIER 1876.

PRÉSIDENCE DE M. LE VICE-AMIRAL PÂRIS.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Critique expérimentale sur la formation de la matière sucrée dans les animaux* (suite); par M. **Cl. Bernard**.

« Ce n'est qu'après tous ces essais et toutes ces études préliminaires que je conçus l'idée de faire l'*expérience du foie lavé.* Puisque le foie continuait à former du sucre après son extraction du corps et après la cessation de toute circulation sanguine, il paraissait évident que la substance qui donnait naissance à la matière sucrée ne se trouvait pas dans le sang, mais bien dans le tissu hépatique lui-même. Toutefois, comme il reste toujours dans le tissu du foie, qui est très-vasculaire, une certaine quantité de sang, il fallait l'en débarrasser complétement par le lavage. Je séparai donc du corps le foie d'un chien bien nourri et sacrifié en pleine digestion; j'introduisis un tube dans le tronc de la veine-porte au moment où elle pénètre dans le sillon hépatique, et j'y adaptai le robinet de la fontaine de mon laboratoire. Sous l'influence de ce vigoureux courant d'eau, le tissu du foie fut bientôt lavé. L'eau qui sortait par les ouvertures béantes des veines sus-hépatiques était d'abord rougeâtre, mêlée de sang, contenant du sucre et de l'albumine; mais bientôt le tissu hépatique devint décoloré, l'eau

était claire, limpide, et ne contenait plus ni sucre ni albumine. Au bout de dix à quinze minutes, je cessai le lavage, et, en examinant aussitôt un fragment du foie lavé, je constatai que son tissu infiltré d'eau ne renfermait pas trace de sucre; le liquide qui résultait de sa décoction ne donnait aucune réduction avec les sels de cuivre dissous dans la potasse et ne fermentait pas avec la levûre de bière. J'abandonnai ensuite à lui-même le reste du foie à la température ambiante du laboratoire par un jour d'été. Après un quart d'heure, le tissu hépatique contenait déjà très-manifestement de la matière sucrée; mais, après trois quarts d'heure, il en renfermait une telle proportion, que le liquide exprimé du tissu hépatique, soumis à la coction, donna de 2 à 3 pour 100 de sucre à l'analyse. Par plusieurs injections d'eau successives, j'enlevai le sucre formé, et ce n'est qu'après le troisième lavage que la propriété saccharifiante du tissu hépatique disparut complétement.

» Telle est, dans toute sa simplicité, l'*expérience du foie lavé*, que je fis connaître à l'Académie dans sa séance du 24 septembre 1855 (1). J'ai dit que cette expérience a commencé une nouvelle phase dans la question de la glycogénie animale; en effet, je la considère comme la plus importante au point de vue de la théorie glycogénésique. Cette expérience nous prouve trois choses : 1° que le sucre se forme dans le foie sans l'intervention directe du sang; 2° qu'il dérive d'une matière fixée dans le tissu hépatique; 3° que cette production sucrée s'opère dans le foie séparé du corps par une véritable fermentation, car le froid la ralentit ou l'arrête; une douce chaleur l'accélère, l'ébullition l'éteint et la détruit définitivement.

» C'était donc sur cette matière fixée dans le foie, donnant naissance à la fermentation sucrée, qu'il fallait maintenant concentrer toutes les recherches. Je fus d'abord entraîné, je dois le dire, en vertu des idées régnantes, à rechercher dans le tissu hépatique une substance glycoside pouvant par son dédoublement donner naissance à du sucre. Ce n'est qu'ensuite que j'ai séparé la matière que j'ai appelée *glycogène*, véritable amidon animal, que M. E. Pelouze transforma en xyloïdine sous l'influence de l'acide azotique fumant et à laquelle il assigna la formule $C^{12}H^{12}O^{12}$ (2).

» J'ai fait connaître les propriétés et les caractères de cette matière glycogène dans une seconde Communication, sur le mécanisme de la formation du sucre dans le foie, faite à l'Académie dans sa séance du 23 mars 1857 (3).

(1) *Comptes rendus*, t. XLI, p. 461.

(2) *Comptes rendus*, t. XLIV, p. 1321, séance du 29 juin 1857.

(3) Dans beaucoup d'ouvrages de Physiologie et de Chimie physiologique, on attribue

» Tous les résultats nouveaux que je viens de signaler relativement à l'expérience du foie lavé et à l'isolément de la matière glycogène (1) infirmaient non-seulement les hypothèses de Lehmann, Frerichs et Schmidt, mais ils venaient, en outre, modifier profondément et corriger les interprétations des faits antérieurement observés. On savait maintenant que, pour doser exactement la quantité de sucre renfermée dans le foie d'un animal vivant, il fallait en quelque sorte saisir l'organe à sa sortie du corps sans attendre qu'il y ait eu accumulation du sucre dans son tissu. Or, comme j'avais fait des dosages de sucre dans le sang et dans le foie avant de connaître la glycogénèse *post mortem*, que j'ai découverte plus tard, il est clair, dis-je, que ces premiers dosages devaient donner des chiffres trop forts. C'est pourquoi j'ai eu bien soin de dire en terminant mon premier Mémoire sur le foie lavé : « tous les dosages que l'on a faits du sucre dans le foie » doivent être revérifiés d'après la connaissance de ces nouveaux » faits (2) ».

» La question glycogénique avait donc changé de face, son vrai mécanisme était connu; ce mécanisme était semblable chez les animaux et chez les végétaux. Dans les deux cas, la glycose provenait d'une matière amylacée qui le précédait, et, de même que le sucre peut se former dans un fruit ou dans un tubercule séparé de la plante, de même le sucre se formait dans le foie des animaux, après avoir été séparé du corps.

» III. C'est précisément à propos de ce dernier fait que l'on vit surgir des objections d'un ordre nouveau. Certaines idées vitalistes et médicales

---

à Hensen en même temps qu'à moi la découverte de la matière glycogène. Voici ce qui a pu donner lieu à cette confusion; après la publication de mon expérience sur le foie lavé, un grand nombre de physiologistes la répétèrent. Hensen, aujourd'hui professeur à Kiel, était alors étudiant à Wurzbourg; à la sollicitation du professeur Scherer il répéta mon expérience et en confirma tous les résultats. Il vit, en outre, qu'en ajoutant de la salive et de l'infusion pancréatique au foie lavé bouilli, on y faisait apparaître le sucre (*a*), mais il n'a jamais isolé ni montré la matière glycogène. Dans la Note insérée dans les archives de Virchow, Hensen ne réclame pas la découverte; il dit qu'il était sur la voie et qu'il y serait arrivé si je n'y étais parvenu moi-même. D'ailleurs, en supposant même que Hensen eût découvert et isolé de son côté la matière glycogène, il est très-clair que la découverte était déjà contenue implicitement dans l'expérience du foie lavé.

(1) *Comptes rendus*, t. XLIV, p. 578.

(2) *Comptes rendus*, t. XLI, p. 469.

(*a*) *Ueber die Zückerbildung der Leber : in Wurzb. Verhandl.*, Bd VII, s., 219. — *Virchow's Archiv*, elfter Band.

vinrent obscurcir les expériences. Quoi, me disait-on, vous admettez une fonction qui continue après la mort, comme si la mort n'arrêtait pas toutes les fonctions qui s'accomplissent pendant la vie! On ne remarquait pas qu'il ne s'agit pas là d'une fonction, mais seulement d'une propriété. L'ouvrage qui, en développant ces idées, eut alors le plus de retentissement, fut celui d'un médecin physiologiste anglais, M. le Dr Pavy, de Londres (1). M. Pavy avait travaillé dans mon laboratoire et partagé d'abord toutes mes opinions sur la glycogénie; mais l'expérience du lavage du foie, montrant que cet organe a la propriété de faire du sucre après la mort, lui avait paru être la négation de cette propriété pendant la vie; comme si la continuation de la contractilité musculaire, de l'excitabilité nerveuse, de la faculté digestive des sucs gastriques et intestinaux, etc., après la mort, pouvait être la négation de ces mêmes propriétés pendant la vie!

» La conséquence logique de ces idées était que les végétaux aussi devaient faire le sucre sous l'empire de la mort; cependant aucun physiologiste, je pense, n'aurait osé émettre une semblable opinion. Mais, quoi qu'il en soit de la théorie, voici la conclusion qui en résulta relativement à la question qui nous occupe. Lorsque l'expérimentation m'eut révélé les faits nouveaux obtenus par le lavage du foie, j'avais fait remarquer qu'il fallait diminuer les chiffres de mes anciens dosages et réduire la quantité de sucre pendant la vie; M. Pavy alla plus loin; il dit : il faut la supprimer; *le sucre n'existe pas pendant la vie, sa formation est un phénomène cadavérique* (2).

» Mais, pour soutenir cette théorie, il aurait fallu prouver deux choses : 1° qu'il n'y a pas de sucre dans le sang à l'état normal; 2° qu'il n'y a pas non plus de sucre dans le foie chez l'homme ou chez un animal plein de vie et de santé. Or, nous le verrons, ces opinions sont insoutenables; le sucre est un élément constitutif anormal du sang, aujourd'hui personne ne peut le nier. Quant au foie, M. Pavy a prétendu, il est vrai, établir expérimentalement qu'il est dépourvu de matière sucrée chez l'animal vivant. On a protesté (3) et j'ai protesté moi-même contre l'exactitude de cette expérience (4). Cependant la critique expérimentale est aujourd'hui si peu fixée que tout récemment encore un physiologiste italien, le professeur Lussana (5),

---

(1) *Researches on the Nature and Treatment of Diabetes*. Londres, 1862.
(2) Voir Pavy, *loc. cit.*
(3) Voir Dalton : *Sugar formation in the Liver*. New-York, 1871.
(4) Voir *Diabète* (*Revue scientifique*, 1873).
(5) *Central blatt*, n° 34, 1875.

est venu soutenir les idées de M. Pavy et nier la fonction glycogénique du foie pendant la vie.

» La vraie méthode scientifique nous apprend que la contradiction expérimentale n'existe pas. Quand on la rencontre, on peut affirmer qu'elle est toujours le résultat, ou de notre ignorance, ou d'un vice de méthode ou de l'imperfection de nos moyens d'investigation. C'est ce qu'il me sera facile de démontrer dans la révision critique que je me propose de faire des expériences contradictoires et des diverses objections dont je me borne, pour le moment, à donner un aperçu général.

» IV. D'autres objections, mais plus indirectes, ont encore été faites à la fonction glycogénique du foie. Après avoir découvert la matière glycogène dans le foie de l'animal adulte, je l'avais recherchée dans le fœtus dont le sang, ainsi que divers autres liquides organiques, est également sucré. Je trouvai en effet de la matière glycogène dans le fœtus, dans les muscles, dans les épithéliums, dans le placenta chez les rongeurs, dans les plaques de l'amnios chez les ruminants, dans le sac vitellin chez les oiseaux etc. (1). Or, à cette époque de la vie, le foie ne renferme pas encore de matière glycogène, et, comme je voyais ensuite cette matière diminuer et même disparaître dans les appareils fœtaux transitoires à mesure que le moment de la naissance approchait et que le foie lui-même débutait dans la fonction glycogénique, j'en avais induit que, chez le fœtus, la matière glycogène semble être une condition de développement de certains tissus, et que la fonction glycogénique est alors diffuse au lieu d'être localisée dans le foie comme cela se voit chez l'animal adulte. J'avais corroboré ces vues par d'autres observations faites sur des animaux inférieurs, sur certains mollusques, sur des larves d'insecte chez lesquels la matière glycogène se rencontre en très-grande quantité à l'état de diffusion dans les tissus, au lieu d'être concentrée dans un point spécial du corps (2). Plus tard on trouva et je trouvai moi-même que la matière glycogène que j'avais constatée dans les muscles du fœtus peut aussi exister dans les muscles de l'adulte. De tous ces faits on inféra que la fonction glycogénique n'est pas limitée au foie, mais qu'elle appartient à beaucoup de tissus, sinon à tous; qu'il fallait, en un mot, admettre une *glycogénie générale* au lieu d'une simple *glycogénie hépatique*.

» C'est ainsi que la confusion s'est introduite dans la question de la fonction glycogénique des animaux, question qui est devenue aujourd'hui un

---

(1) *Comptes rendus*, t. XLVIII; 1859.
(2) *Comptes rendus de la Société de Biologie*, 3e série, t. I, p. 53; mai 1859.

véritable chaos, sur lequel les traités généraux de Physiologie chercheraient en vain à répandre une lumière conciliatrice. On a confondu l'explication du phénomène physiologique avec sa localisation.

» Toutefois, de cette confusion apparente des idées nous pouvons dégager une conclusion très-claire : on peut discuter encore sur la question secondaire de la localisation de la propriété glycogénique chez les animaux à l'état embryonnaire et à l'état adulte, ainsi que sur le rôle final de la matière glycogène dans l'organisme. Nous verrons plus tard ce qu'il faut en penser; mais on ne discute plus la propriété glycogénésique en elle-même. La formation des matières amylacées et sucrées par les animaux est un fait acquis à la Science. On voit le glycogène se former dans les cellules animales aussi clairement que l'amidon dans les cellules végétales; on extrait cette matière glycogène, on en constate sa composition chimique, ainsi que tous ses autres caractères, qui sont les mêmes que ceux de l'amidon végétal. Ce sont donc là des formations communes aux animaux et aux végétaux, et, sous ce rapport, il faut reconnaître entre les deux règnes un caractère d'unité vitale et fonctionnelle.

» C'est ce point de départ qui, bien établi, doit servir aujourd'hui de base à tous les travaux relatifs à la fonction glycogénique des animaux. Depuis vingt-sept ans, cette question a été, dans tous les pays, l'objet de recherches innombrables, qui ne tarissent pas. Chaque année, on voit paraître, en Physiologie, des Mémoires importants sur la glycogénie en général, et en particulier sur la question de genèse des matières amylacées ou saccharoïdes, question qui se lie d'une manière si étroite aux phénomènes intimes de la nutrition, mais qui est encore entourée d'une grande obscurité, dans les plantes comme dans les animaux.

» Le temps me paraît venu d'aborder la solution de ce grand problème de Physiologie générale, et c'est afin de saisir, d'une manière plus nette, la nature de la question que nous voulons rappeler, d'abord en les résumant dans leur démonstration la plus simple et la plus rigoureuse, les principales expériences sur lesquelles sont fondées les preuves de la glycogénie animale.

» J'ai dit qu'il faut aujourd'hui établir en Physiologie une discipline méthodique et une bonne critique expérimentale. Dans toutes les sciences, les faits bien observés restent immuables; mais, quand la Science est aussi complexe et aussi peu avancée que la Physiologie, les théories se modifient et doivent se modifier, à mesure que nous acquérons des faits nouveaux et que nous nous instruisons davantage. Nous ne procédons pas systémati-

quement, et notre critique expérimentale ne saurait avoir ici pour objet de défendre ou de combattre un système ou des vues *a priori* quelconque; nous chercherons, au contraire, à faire dégager la théorie, successivement et comme d'elle-même, de l'interprétation des faits. Le savant est le secrétaire de la nature; ce n'est pas lui qui dicte les lois des phénomènes, il doit se borner à les étudier, à les inscrire en cherchant à les comprendre de son mieux.

» Tels sont les principes qui nous guideront dans l'étude critique que nous allons entreprendre. J'ai pensé qu'il était utile, pour éclairer le plan que nous suivrons, de le faire précéder de l'aperçu général qu'on vient d'entendre. Maintenant je vais reprendre à part chaque question spéciale, telles que la formation du sucre dans le sang, la formation de la matière glycogène dans le foie et dans les autres régions de l'économie, etc.; afin de fixer rigoureusement, pour chacun de ces phénomènes, les conditions organiques qui sont, en Physiologie, la base nécessaire de toute critique expérimentale. Dans ma prochaine Communication, si l'Académie veut bien le permettre, je l'entretiendrai de la question de la formation du sucre dans le sang. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la trombe de Hallsberg (avec des conclusions générales).* Note de M. Faye.

« J'ai présenté successivement à l'Académie, sur les trombes observées en France, un certain nombre d'enquêtes officielles dues à des physiciens ou à des ingénieurs d'une compétence irrécusable. Toutes ces enquêtes, faites sans parti pris, sont en contradiction avec les théories de certains météorologistes et prouvent la vérité de celle que j'ai proposée. Je crois donc que la lumière s'est faite sur cette question, du moins pour les personnes qui ne cherchent pas leurs éléments de conviction ailleurs que dans les faits de la cause.

» Tout récemment M. H.-Hildebrand Hildebrandsson a présenté à la Société royale des Sciences d'Upsal une enquête analogue sur une trombe qui vient de ravager une grande étendue de terrain près de Hallsberg, dans la province de Nerike (1), et il en a tiré, devant cette illustre Société, des conclusions diamétralement opposées aux nôtres; mais il sera facile

(1) *Sur la trombe près de Hallsberg, le* 18 *août* 1875, par H.-Hildebrand Hildebrandsson, présenté à la Société royale des Sciences d'Upsal, le 6 novembre 1875. Upsal, 1875.

de faire voir que les faits si bien recueillis et si consciencieusement exposés par l'auteur ont une tout autre portée. M. Hildebrandsson les aurait appréciés lui-même autrement si ses idées n'étaient en réalité déterminées par ses travaux antérieurs sur la marche des cirrhus, et non par l'étude directe des phénomènes qu'il s'agit d'expliquer.

» Le savant auteur croit, en effet, avoir démontré par ses observations, d'ailleurs fort importantes, qu'un minimum barométrique doit nécessairement être le siége d'un courant ascendant qui s'élèvera jusqu'aux limites de l'atmosphère observable, c'est-à-dire jusqu'à la région des cirrhus, et que l'inverse doit avoir lieu pour un maximum. Dès lors tout mouvement tournant où l'on aura noté une diminution de pression est, pour lui, une trombe ascendante. Il ne nie pas qu'il n'y ait parfois des trombes descendantes où l'aspiration ne joue aucun rôle; mais alors la pression barométrique devra croître vers le centre de cette trombe. C'est évidemment avec cette idée préconçue que M. Hildebrandsson a interprété les faits recueillis sur la trombe de Hallsberg, et voici ce qui est arrivé. Laissant de côté les faits les plus significatifs qui ne répondent pas à l'idée préconçue, il s'est attaché à un détail qui lui a paru indiquer une diminution de pression barométrique, et alors, sûr de son fait, il a prononcé, en vertu du principe précédemment posé et en dépit des faits eux-mêmes, que la trombe de Hallsberg était ascendante.

» Il y a évidemment dans cette manière de raisonner un défaut : c'est de faire intervenir dans l'examen des faits un principe qui leur est étranger et qui peut lui-même être erroné. J'ai déjà eu occasion de faire voir que le théorème météorologique de M. Hildebrandsson ne résulte pas nécessairement de ses belles observations des cirrhus (1); sans revenir sur cette discussion, il est facile de voir que, à s'en tenir aux faits recueillis par l'auteur lui-même sur la trombe de Hallsberg, cette trombe a eu les mêmes caractères, les mêmes allures que dans les autres pays où ces phénomènes sont moins rares. Il en résulte, en effet, que le mouvement de rotation avait le même sens et la même énergie; que le mouvement de translation avait la

(1) Il y a deux points à considérer dans le premier Mémoire de M. Hildebrandsson : 1° la constatation du mouvement gyratoire des cirrhus au-dessus d'un minimum de pression barométrique. Ce point-là, qui est très-important, me semble effectivement établi par les cartes de l'auteur; 2° ce mouvement gyratoire est divergent au-dessus des minima, et convergent au-dessus des maxima; c'est ce second point qui ne me paraît nullement démontré par les susdites cartes, et c'est de là que M. Hildebrandsson conclut que les trombes et cyclones sont ascendants.

même vitesse et la même indépendance par rapport à l'atmosphère inférieure; enfin que les effets mécaniques ont été absolument les mêmes.

» Mais ce qui caractérise cette trombe et ce qui donne une grande portée à l'enquête de M. Hildebrandsson, c'est qu'on a vu descendre cette trombe, que l'auteur veut faire ascendante; c'est que sa descente rapide a eu un témoin oculaire placé tout près, témoin dont la déclaration ne laisse place à aucun doute :

« Le propriétaire de Wissberga Utgård, M. Lars Anderson, raconte qu'il était avec un valet dans la forêt au moment de la catastrophe, tout près (1) du lieu où avait commencé la dévastation. Le temps était variable, disait-il, tout le matin et il pleuvait par intervalles. Quelques moments après une averse très-forte, *une masse de nuages venant du sud s'abaissait subitement au-dessus de leur tête*. Il crie avec effroi au valet de prendre garde. Dans le même instant l'éclair tombe sur un sapin à 130 mètres d'eux; on entend un fracas assourdissant, et tous les arbres, jusqu'à la limite du bois, sont renversés en un moment. »

» Ainsi, tout au rebours des conclusions de M. Hildebrandsson qui déclare la trombe ascendante, on la voit *descendre* et commencer son œuvre de destruction dès qu'elle atteint le sol, possédant déjà la plénitude de sa rotation violente et de son rapide mouvement de translation vers le nord-nord-est. La trombe était donc toute formée dans les hautes régions de l'atmosphère; elle y voyageait en tournant sur elle-même, sans toucher la terre, lorsque son mouvement descendant en a fait porter l'extrémité sur le sol. Masquée sans doute jusqu'alors aux yeux de M. Lars Anderson par les arbres de la forêt (en plaine les spectateurs la voyaient bien tout entière sur la forêt et s'enfuirent à son approche), elle est devenue subitement visible pour lui lorsqu'elle a passé sur sa tête du sud-sud-ouest au nord-nord-est, et qu'elle a pénétré en descendant tout près de lui au milieu des arbres qu'elle s'est mise aussitôt à faucher.

» On a vu bien souvent des trombes voyager ainsi dans les airs sans avoir acquis tout leur développement vertical; puis, par leur mouvement descendant, s'allonger en un long tuyau conique qui finit par atteindre le sol; mais jamais cette descente rapide, fait fort commun qui semble être ignoré de mes savants adversaires, ne s'était opérée si près d'un spectateur et dans des circonstances si frappantes. Cependant M. Hildebrandsson, qui a recueilli ce témoignage où l'on ne saurait soupçonner aucune cause d'illusion, ne lui accorde pas la moindre attention. Préoccupé, comme je le disais

---

(1) A 130 mètres du centre et à une vingtaine de mètres seulement du bord de la trombe, d'après le plan de M. Hildebrandsson.

tout à l'heure, du mouvement ascendant de l'air qui doit nécessairement, d'après sa théorie, se produire dans les minima barométriques, il le laisse de côté pour rechercher quelque indice de diminution de pression et croit l'avoir trouvé dans l'orientation des arbres fauchés par la trombe.

» Celle-ci a pratiqué en un moment, dans la forêt de Hallsberg, une trouée de 150 mètres de largeur, qui va, de l'endroit où M. Lars Anderson l'a vue descendre, jusqu'à la lisière même de la forêt; à partir de cette lisière, la trombe a continué son chemin en rase campagne, ne rencontrant plus que des maisons qu'elle a détruites, ou des champs de blé qu'elle a couchés comme si l'on y avait fait passer un pesant rouleau. M. Hildebrandsson a remarqué que, sur le bord de la trouée pratiquée dans la forêt, les arbres étaient tous couchés obliquement au parcours de la trombe et dirigés vers la ligne centrale. Si le mouvement de l'air avait été descendant, dit-il à peu près, ainsi que M. Faye s'efforce de l'établir malgré l'opinion de presque tous les météorologistes, ces arbres seraient tombés en dehors et non en dedans de la tranchée. Il résulte donc de ces faits que la pression s'exerçait de dehors en dedans; il devait y avoir à l'intérieur un minimum de pression barométrique; donc la trombe devait être ascendante en vertu du théorème précité.

» Avec ce raisonnement-là, il est tout simple que M. Hildebrandsson n'ait point fait attention au témoignage de M. Lars, qui a vu la trombe *descendre;* mais, si l'on considère le mode d'action mécanique de cet étrange phénomène pénétrant, comme un outil tournant, dans une épaisse forêt et détruisant tout entre deux hautes bordures parallèles d'arbres restés debout, on ne s'étonnera pas que sur plus de mille arbres arrachés ou cassés, ceux des bords soient tombés en dedans, car les parois verticales de la tranchée formaient un obstacle bien capable de limiter les angles de chute. Ces arbres devaient forcément, après avoir été tordus, arrachés ou cassés, retomber dans la tranchée, la cime plus ou moins dirigée vers la région centrale. Il aurait été curieux d'examiner l'orientation des débris dans une région plus libre, c'est-à-dire moins près des bords intacts de la tranchée; il y avait là, en effet, plus de neuf cents arbres couchés par terre dont l'auteur ne parle pas (1), sans doute parce qu'ils n'offraient plus la même régularité et qu'ils gisaient, comme dans la forêt de Chalon, dans toutes les directions.

---

(1) Il ne cite qu'une quinzaine d'arbres couchés sur la ligne centrale, dans le sens de la marche de la trombe.

» Dès qu'on néglige les faits les plus saillants et qu'on admet, avec M. Hildebrandsson, que les arbres ont été véritablement aspirés par la trombe, la théorie de MM. Espy et Reye donne l'explication suivante du phénomène, et c'est à elle que se réfère l'auteur. Les couches d'air inférieures, en contact avec le sol, étant devenues, ce jour-là, spécifiquement plus légères que les couches supérieures, cette interversion des densités ordinaires aurait fait naître un état d'équilibre instable susceptible de se rompre çà ou là par le moindre accident. La rupture imminente aurait eu lieu dans la forêt, près de M. Lars Anderson. Dès lors, l'air inférieur se serait élevé là comme par une sorte d'orifice, appelant à lui l'air de la couche inférieure qui se serait précipité à son tour vers cette sorte d'orifice comme vers une cheminée en plein tirage avec une vitesse croissante, et finalement avec une violence telle que tous les arbres auraient été arrachés et aspirés par le courant. Ce même air, en s'élevant verticalement en colonne évasée, en se dilatant dans les régions supérieures, aurait abandonné son humidité dont la condensation aurait donné lieu à cette énorme gaîne nuageuse en forme d'entonnoir qu'on remarque dans toutes les trombes. Enfin cette colonne ascendante ne serait pas restée en place, mais, sous l'influence de quelque inégalité de pression latérale, elle se serait mise aussitôt en marche avec une rapidité extrême du côté de la moindre résistance.

» Telle est, dit M. Hildebrandsson, l'opinion de la plupart des météorologistes (1). Cela pouvait être vrai il y a deux ans, mais les choses ont bien changé depuis : on a fait voir que cette opinion est contredite par tous les faits, qu'elle suppose à chaque pas des impossibilités choquantes; et aujourd'hui M. Hildebrandsson trouvera, je crois, bien peu de physiciens qui soient disposés à accueillir de pareilles théories. Quoi qu'il en soit, je m'empresse d'enregistrer son excellente enquête sur la trombe récente de Hallsberg comme un témoignage de plus à l'appui des idées que j'ai eu l'honneur d'exposer à l'Académie.

» Considérant la masse de faits que j'ai consultés, faits dans lesquels je n'ai rien trouvé qui ne fût d'accord avec mes conclusions, je crois devoir résumer ici lesdites conclusions éparses dans des Mémoires détachés et éprouvées par tant de controverses.

» 1° Les mouvements gyratoires à axe vertical se produisent dans l'at-

---

(1) Elle est conformé aussi à l'antique préjugé populaire qui, en Suède comme partout ailleurs, attribue aux trombes le pouvoir d'aspirer l'eau de la mer, témoin le nom suédois du phénomène : *Skydrag, nuage attirant ou aspirant.*

mosphère aux dépens des inégalités de vitesse des grands courants horizontaux. C'est un phénomène général, semblable mécaniquement aux tourbillons de nos cours d'eau. Comme eux, ils sont toujours descendants. Leur fonction mécanique est d'épuiser sur le sol résistant la force vive qu'ils recueillent; ils suivent le fil du courant supérieur avec la vitesse uniformisée et réduite de celui-ci.

» 2° Les mouvements tourbillonnaires à axe non vertical ne sont pas persistants et de forme géométrique comme les premiers; ils tendent à se détruire à mesure qu'ils se forment et prennent ainsi l'allure de mouvements tumultueux.

» 3° Les mouvements gyratoires à axe vertical, connus sous les noms de *trombes*, de *tornados* et de *cyclones*, sont de même nature et ne diffèrent essentiellement que par leurs dimensions, leur durée et l'étendue de leur parcours.

» 4° Leur étude nous fait connaître la marche des courants supérieurs de l'atmosphère qu'ils tracent en quelque sorte sur le sol, en se propageant avec leur vitesse et leur direction au sein des couches inférieures, bien que celles-ci soient immobiles ou animées de mouvements tout à fait différents.

» 5° C'est par eux seuls que les couches supérieures sont mises momentanément en rapport électrique avec les inférieures. Ils constituent en outre un organe essentiel de la circulation aérienne de l'eau dans sa partie descendante. Au sein des mouvements tournants et dans la vaste ouverture de leur entonnoir, les cirrhus entraînés descendent et donnent naissance, dans les couches moins élevées, aux grands phénomènes de la pluie, des orages et de la grêle.

» 6° Les lois des cyclones promulguées par Reid, Redfield et Piddington, lois bien connues, dont les navigateurs ont tiré d'utiles règles de manœuvre, reçoivent ainsi leur explication et le complément dont elles avaient besoin. C'est à tort que certains météorologistes ont cherché à leur substituer leurs idées favorites de tempêtes centripètes. Ces idées, nées d'un antique préjugé populaire (1), ont longtemps entravé les progrès de la Science. On devrait cesser de donner crédit auprès de nos marins à ces théories sans fondement qui jettent le trouble et l'indécision dans leur esprit, et compromettent de la manière la plus grave la sécurité de la navigation.

(1) Voir, à ce sujet, dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1875, la *Défense de la loi des tempêtes* et l'article intitulé : *Histoire d'un préjugé nautique*.

» 7° Ces mouvements tournants à axe vertical ne sont pas particuliers à l'atmosphère de notre globe; ils jouent un grand rôle sur d'autres astres; on les retrouve sur le Soleil, et ils y opèrent sur la plus grande échelle. Le rôle considérable qu'ils y jouent est dû à la rotation toute spéciale de cet astre; il explique les principaux phénomènes de sa surface; mais, leur nature mécanique étant absolument la même que sur notre globe, l'étude des mouvements gyratoires du Soleil peut servir, tout aussi bien et parfois même beaucoup mieux que l'étude des mouvements gyratoires de notre atmosphère, à l'avancement de la Mécanique des fluides et de la Météorologie. »

THERMOCHIMIE. — *Action de l'acide sulfurique fumant sur les carbures d'hydrogène* (1); par M. **Berthelot**.

« 1. La réaction de l'acide sulfurique sur les composés organiques donne naissance à cinq phénomènes principaux, savoir : la combinaison de cet acide avec la matière organique; la déshydratation, ou l'hydratation (consécutive) de la matière organique; sa condensation polymérique; enfin sa destruction profonde, avec dégagement d'acide sulfureux. Sans m'arrêter au dernier effet, qui se complique en général des quatre autres, je vais examiner les dégagements de chaleur qui répondent à l'accomplissement de ceux-ci : la transformation des carbures d'hydrogène en alcools se rattache au même ordre d'expériences.

» 2. L'union des carbures d'hydrogène avec l'acide sulfurique peut donner naissance, soit à des composés stables, que l'eau et les dissolutions alcalines ne décomposent pas, ce qui a lieu spécialement avec l'acide sulfurique anhydre ou fumant; soit à des composés éthérés, que l'eau et les alcalis résolvent en acide sulfurique hydraté (ou en sulfates) et en hydrates des carbures primitifs (alcools). Examinons ces deux cas séparément.

» 3. J'ai opéré avec une dissolution d'acide sulfurique anhydre dans l'acide monohydraté, dissolution préparée exprès en condensant le produit de la distillation de l'acide de Nordhausen dans l'acide hydraté pur obtenu par distillation. Le liquide répondait à la composition suivante :

$SO^4H + 0,235\,SO^3$. 1^{gr} de ce liquide mêlé avec 80 parties d'eau à 17°, dégage $+ 220^{cal},3$.

L'acide hydraté renfermait 98 pour 100 d'acide réel, SO^4H. 1 gramme de ce liquide mêlé avec 70 parties d'eau à 17 degrés a dégagé $+ 166^{cal},8$.

---

(1) Dans mon dernier Mémoire, page 121, la chaleur de vaporisation de l'acide acétique a été donnée 9,1 au lieu de 6,1, par suite d'une faute d'impression.

» Ce dernier chiffre a été trouvé identique avec un acide récemment distillé et bouilli depuis vingt-quatre heures, et avec le même acide conservé pendant un mois : ce qui prouve que la constitution de l'acide monohydraté ne change pas avec le temps. Cette vérification était utile dans des expériences qui ont duré cinq semaines.

» 4. J'ai fait agir l'acide sulfurique fumant, tel que je viens de le définir, sur trois carbures d'hydrogène, la benzine, le toluène et l'éthylène.

» 5. *Benzine.* — Définissons d'abord la réaction chimique. La benzine pure et l'acide sulfurique monohydraté n'exercent aucune réaction appréciable, au moins dans la courte durée d'une expérience calorimétrique. La benzine, au contraire, se dissout aisément et à froid dans l'acide sulfurique fumant, avec le concours d'une agitation convenable. Trois produits prennent naissance, à dose variable, suivant les conditions :

» 1° *L'acide benzino-sulfurique* ordinaire, $C^{12}H^6S^2O^6$, qui est le produit principal à froid, lorsque l'acide fumant n'est pas en trop grand excès. Il se produit à l'état de dissolution plus ou moins étendue, suivant la proportion d'acide fumant employé, ce qui fait varier la chaleur dégagée.

» 2° L'acide *benzinodisulfurique*, $C^{12}H^6.2S^2O^6$, se produit surtout quand l'acide fumant est en grand excès; mais il s'en forme quelque dose dans toutes les conditions, comme on peut le vérifier, en se fondant sur cette propriété que son sel de baryte est presque insoluble dans l'eau, mais soluble dans l'acide nitrique étendu. Cependant, quand l'acide fumant n'est pas en grand excès, la dose d'acide benzinodisulfurique est négligeable.

» 3° Le *benzinosulfuride*, $C^{12}H^4(C^{12}H^6S^2O^4)$, se produit également dans toutes les conditions, mais à dose variable, comme on peut le vérifier en étendant d'eau la solution sulfurique de la benzine. Quand l'acide anhydre est en excès sensible, en même temps qu'une proportion notable d'acide monohydraté, la quantité de benzinosulfuride est très-faible et négligeable : ce qui s'explique par cette circonstance que le benzinosulfuride se dissout dans le dernier acide avec dégagement de chaleur très-marqué, et transformation lente en acide benzinosulfurique.

» On obtient le benzinosulfuride en grande quantité surtout lorsqu'on agite un excès de benzine à froid avec l'acide fumant. La proportion s'en est élevée dans mes essais jusqu'au tiers de la benzine transformée en combinaisons sulfuriques. Le composé neutre se retrouve : en partie dissous dans la liqueur sulfurique, dont on peut le précipiter par l'eau ; en partie dans la benzine, dont on peut l'isoler par évaporation spontanée.

» Quelles que soient les proportions relatives employées pour la réaction,

la quantité d'acide sulfurique combiné à froid, dans une expérience de courte durée, ne surpasse pas la quantité qui répond à l'acide sulfurique anhydre contenu dans l'acide fumant. On peut la doser aisément par la comparaison de deux essais acidimétriques, faits l'un sur un poids connu de l'acide primitif, l'autre sur un poids connu du même acide après réaction sur la benzine. Si l'on emploie un excès de benzine, tout l'acide anhydre disparaît aussitôt dans la réaction.

» 6. Ces faits étant reconnus, j'ai procédé aux expériences calorimétriques. La marche adoptée était la suivante. Dans un tube de verre, mince, un peu large et bouché, on introduit un poids connu d'acide sulfurique fumant, soit 6gr,763; on place le tout dans le calorimètre qui contient 500 grammes d'eau. Quand l'équilibre de température est établi, on introduit dans le tube un poids connu de benzine pure, soit 0gr,883, on rebouche le tube et on l'agite vivement. La réaction s'opère; on mesure la chaleur dégagée; au bout de cinq à six minutes tout est dissous. Au bout de dix minutes, on brise le tube, de façon à tout mélanger avec les 500 grammes d'eau, en mesurant la chaleur dégagée. On place la liqueur dans un flacon, où elle s'éclaircit peu à peu, laissant déposer un précipité de benzinosulfuride, dont le poids est presque insensible. On prend la densité de la liqueur, et on en fait l'essai acidimétrique. Ce titre indique une perte d'acidité équivalente à 0gr,530 d'acide anhydre, SO^3. Or la benzine employée aurait dû en prendre, d'après le calcul, 1,041, soit $0,520 \times 2$; avec perte de moitié de l'acidité, d'après la formue $C^{12}H^6+S^2O^6$: ce qui concorde suffisamment avec le résultat obtenu. Enfin l'acide fumant employé contenait 1,100, soit $0,555 \times 2$ d'acide anhydre avant l'expérience, soit un léger excès.

» La concordance de ces trois chiffres, celle des deux premiers principalement, permet de compter sur les résultats calorimétriques.

» 7. Voici comment je calcule ces derniers : d'après le principe qu'un même système initial étant transformé de deux manières distinctes, la différence entre les quantités de chaleur développées représente la chaleur qui se dégagerait si l'on passait d'un état final à l'autre.

» Le poids d'acide fumant employé, dissous dans 500 grammes d'eau, aurait dégagé Q; en agissant d'abord sur la benzine, il a dégagé Q_1; et les produits mêlés avec 500 grammes d'eau, Q_2.

» Cette dissolution finale diffère de la précédente, parce qu'une portion de l'acide sulfurique étendu a été remplacée par de l'acide benzinosulfurique étendu; d'où il suit que la transformation de ce dernier composé en benzine et acide sulfurique étendu dégagerait : $x = Q - (Q_1 + Q_2)$.

En rapportant cette quantité à l'équivalent de la benzine, 78 grammes, je trouve ainsi la chaleur absorbée par la réaction suivante :

$$C^{12}H^{6} \text{ liquide} + 2\,SO^{4}H \text{ étendu} = C^{12}H^{6}S^{2}O^{6} \text{ étendu} + H^{2}O^{2}.$$

» La moyenne des expériences donne $-2^{Cal},6$.

» Un autre essai, dans lequel l'acide fumant pesait $12^{gr},2855$ et la benzine $2^{gr},65$ (ce qui représente un excès de benzine), a fourni une quantité de chaleur qui, rapportée au poids de l'acide disparu, donné par $2\,SO^{4}H$: $-2^{Cal},65$; les poids relatifs de benzinosulfuride et d'acide benzinosulfurique formés étant entre eux comme 3 est à 7, ou à peu près. Ce chiffre paraît indiquer que la formation du benzinosulfuride solide dégagerait à peu près la même quantité de chaleur que celle de l'acide benzinosulfurique dissous. Mais je n'y insiste pas. J'insiste au contraire sur cette circonstance que la formation de l'acide benzinosulfurique avec l'acide sulfurique étendu et la benzine absorberait de la chaleur : aussi n'a-t-elle pas lieu directement. Mais elle exige le concours d'une énergie supplémentaire, qui dérive de l'acide sulfurique anhydre et de l'eau.

» On a encore, d'après la chaleur de vaporisation de la benzine (7,2) donnée par M. Regnault :

$$C^{12}H^{6} \text{ gaz} + 2SO^{4}H \text{ étendu} = C^{12}H^{6}S^{2}O^{6} \text{ étendu} + H^{2}O^{2} \text{ dégage } +4,6,$$

et d'après mes propres expériences :

$$C^{12}H^{6} \text{ liquide} + S^{2}O^{6} \text{ solide} + \text{eau} = C^{12}H^{6}S^{2}O^{6} \text{ étendu} \ldots\ldots\ldots \quad +34,7$$

$$C^{12}H^{6} \text{ gaz} + S^{2}O^{6} \text{ solide} + \text{eau} = C^{12}H^{6}S^{2}O^{6} \text{ étendu} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +41,9$$

nombre voisin de

$$H^{2} + S^{2}O^{6} + \text{eau} = S^{2}O^{4} \text{ dissous} + H^{2}O^{2} \text{ qui dégage } +42,7.$$

» On pourrait en conclure que l'acide benzinosulfurique est comparable à l'acide sulfureux, c'est-à-dire formé par oxydation; si l'opinion contraire, d'après laquelle la benzine joue, vis-à-vis de l'acide sulfurique anhydre, un rôle analogue à l'eau qui le change en acide sulfurique ordinaire, n'était appuyée presque au même degré par les chiffres suivants :

$$H^{2}O^{2} \text{ gaz} + S^{2}O^{6} \text{ solide} = 2SO^{4}H \text{ étendu dégage } +47,0.$$

» La perte d'énergie dans les trois phénomènes ne diffère pas beaucoup.

» On tire encore de là :

$$C^{12}H^{6} \text{ liquide} + S^{2}O^{4} \text{ gaz} + O^{2} + \text{eau} = C^{12}H^{6}S^{2}O^{6} \text{ étendu dégage } +0,7;$$

valeur qui tend aussi à montrer que l'acide benzinosulfurique n'est pas un vrai dérivé sulfureux.

» Ces expressions mêmes, *dérivés sulfuriques* ou *sulfureux*, ne sauraient

avoir le sens formel que semblent leur attribuer les formules dites *rationnelles :* car les composants d'une combinaison ne pourraient y être supposés persistants que si le système total conservait non-seulement son poids, mais aussi ses arrangements relatifs et surtout son énergie.

» 8. Quant à l'acide benzinosulfurique séparé de l'eau, il n'est pas suffisamment connu pour devenir l'objet d'expériences thermiques.

» J'avais pensé pouvoir tourner la difficulté en me bornant à sa dissolution dans l'acide sulfurique; mais la formation de cette dissolution au moyen de la benzine dégage des quantités qui varient beaucoup avec les proportions relatives. En effet j'ai trouvé :

$C^{12}H^6$ dissous dans l'acide fumant, qui renfermait un léger excès d'acide anhydre, a dégagé .... +22,9 et +22,6

ce qui fait, pour $C^{12}H^6$ gaz, +30,0.

1re portion de $C^{12}H^6$ + 1 proportion d'acide quadruple de la précédente	+26,6	Moyenne +21,2
2e portion de $C^{12}H^6$ ajoutée dans la liqueur	+25,2	
3e portion de $C^{12}H^6$	+24,2	
4e portion de $C^{12}H^6$	+18,7	

» Le poids du benzinosulfuride formé dans cette expérience a été trouvé égal à 5 pour 100 du poids de la benzine; ce qui fait $\frac{1}{30}$ à peu près de la benzine dissoute sous cette forme.

» En employant un excès notable de benzine (ce qui a donné naissance à un tiers environ de benzinosulfuride, la chaleur calculée d'après le poids total de SO^3 neutralisé a été trouvée égale à + 18,3.

» 9. *Formation des benzinosulfates.* — Elle fournit des termes de comparaison plus précis pour les réactions.

» *Chaleur de neutralisation.* — Je dissous un poids connu de benzinosulfate de baryte pur et analysé dans 40 fois son poids d'eau; j'en précipite la baryte par un excès d'acide sulfurique étendu ($1^{éq} = 2^{lit}$) et je ramène la liqueur à la neutralité à l'aide de 1 équivalent de soude étendue.

$C^{12}H^6S^2O^6$ dissous dans 550 H^2O^2 + BaO ($1^{éq} = 6^{lit}$) dégage à 13 degrés	Cal +13,7
$C^{12}H^6S^2O^2$ dissous dans 550 H^2O^2 + NaO ($1^{éq} = 2^{lit}$) »	+13,6

mêmes nombres que les acides chlorhydrique, azotique, acétique, etc.

» D'autre part, la *dissolution* des sels de soude et de baryte :

$C^{12}H^5NaS^2O^6$ anhydre	+ 50 fois son poids d'eau	à 14 degrés	....	−0,82
$C^{12}H^5NaS^2O^6$, 4HO	»	»	....	−3,42
$C^{12}H^5BaS^2O^6$ anhydre	»	»	....	+1,315
$C^{12}H^5BaS^2O^6$, 3HO	»	à 13 degrés	....	−1,32

» Je tire de là :

$C^{12}H^6$ liq. + S^2O^6 solide + $NaHO^2$ = $C^{12}H^5NaS^2O^6$ + H^2O^2 solide dégage......... +60,3
$C^{12}H^6$ liq. + S^2O^6 solide + $BaHO^2$ = $C^{12}H^5BaS^2O^6$ + H^2O^2 solide dégage......... +53,5
$C^{12}H^6$ liq. + $2SO^4H$ liq. + $NaHO^2$ solide = $C^{12}H^5NaS^2O^6$ solide + $2H^2O^2$ liq. dégage. +38,5
$C^{12}H^6$ liq. + $2SO^4H$ liq. + $BaHO^2$ solide = $C^{12}H^5BaS^2O^6$ solide + $2H^2O^2$ liq. dégage. +31,8

Ces dernières valeurs sont à peu près la moitié de la chaleur développée lorsque le même acide est saturé complétement par 2 équivalents des mêmes bases : soit 66,7 et 64,4 pour $2SO^4H$ liquide.

» **10.** *Toluène.* — J'ai exécuté quelques expériences analogues sur le toluène. J'ai trouvé, tout calcul fait (en opérant avec l'acide fumant),

Cal
$C^{14}H^8$ liquide + $2SO^4H$ étendu = $C^{14}H^8S^2O^6$ étendu + H^2O^2, dégage. — 1,4
$C^{14}H^8$ liquide + S^2O^6 solide + eau = $C^{14}H^8S^2O^6$ étendu + H^2O^2, dégage. +35,9

nombres très-voisins de ceux que fournit la benzine.

» La dissolution même du toluène dans l'acide fumant a dégagé, pour une première fraction du carbure, + 28,3; pour la seconde, + 25,6 : valeurs un peu plus fortes que pour la benzine. Il ne s'est formé que des traces de toluéno-sulfuride. Je n'ai pas poussé plus loin cette étude, qui aurait réclamé l'examen comparatif de plusieurs séries de sels isomériques.

» **11.** *Éthylène.* — J'ai fait passer lentement un courant de ce gaz, pur et sec dans un tube renfermant de l'acide sulfurique fumant et placé dans le calorimètre : l'accroissement de poids du tube a fourni le poids de l'éthylène combiné. Cette combinaison a lieu avec un premier dégagement de chaleur égal, pour $C^4H^4 = 28^{gr}$, à + 31,6; mais il se forme ainsi un ou plusieurs acides conjugués, dissous, dans un excès du réactif. Pour tout ramener à un état final défini, j'ai ensuite brisé le tube dans le calorimètre et mesuré la chaleur produite. Tout compte fait, j'ai trouvé

Cal
C^4H^4 gaz + $2SO^4H$ étendu = C^4H^4, H^2O^2, S^2O^6 (acide iséthionique) étendu dégage.. +16,01
C^4H^4 + S^2O^6 solide + eau = C^4H^4, H^2O^2, S^2O^6 étendu dégage................ +53, 3

chiffres supérieurs de + 11,4 à ceux de la benzine gazeuse (+ 4,6 et + 41,9); mais ils comprennent en plus la fixation de H^2O^2. Ils sont, au contraire, moindres que la chaleur dégagée lors de la formation du sulfate acide d'ammoniaque dissous, par l'union de AzH^3 gaz + S^2O^6 + eau : réaction qui dégage + 59,6. Je montrerai comment ces chiffres servent à trouver la chaleur dégagée par l'éthylène changé en alcool et éther ordinaire.

» **12.** *Amylène.* — J'ai encore mesuré la chaleur dégagée lorsque l'amylène est polymérisé sous l'influence de l'*acide sulfurique monohydraté*. En

opérant avec 14 parties d'acide pour 1 partie de carbure, à 13 degrés, dans un vase entouré d'eau, la transformation s'opère bien, sans produits secondaires sensibles, et elle ne donne guère naissance qu'à du diamylène :

$$2C^{10}H^{10} \text{ liq.} = C^{20}H^{20} \text{ liq. dégage} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +11^{\text{Cal}},8$$
$$2C^{10}H^{10} \text{ gaz} = C^{20}H^{20} \text{ liq.} \quad » \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +22,3. \; »$$

MÉTÉOROLOGIE. — *Historique des essais de création d'un Observatoire au sommet du pic du Midi de Bigorre;* par M. **Ch. Sainte-Claire Deville.**

« Le plus ancien des souvenirs qui intéressent directement la fondation d'un Observatoire à la cime du pic (1) remonte à l'astronome Plantade, à qui l'on doit, d'après Arago, une des premières descriptions vraiment scientifiques de la couronne lumineuse dont la Lune est entourée pendant une éclipse de Soleil. Plantade fit un grand nombre de voyages au pic et, finalement, y mourut en 1741, ses instruments d'observation à la main, sur le mamelon auquel les promoteurs de l'œuvre dont nous allons entretenir l'Académie ont donné son nom.

» Plantade semble, en effet, le premier savant qui ait songé à la création d'un Observatoire au sommet du pic du Midi.

» Le second fut Darcet, qui publia, en 1776, en collaboration avec l'illustre Monge, des « *Observations faites sur le baromètre dans les Pyrénées, conjointement avec le nivellement d'une montagne* ». Les éléments de ce travail, comme ceux du *Discours sur l'état actuel des Pyrénées*, le premier discours solennel prononcé en français au Collége de France, avaient été recueillis par Darcet pendant un voyage exécuté en 1774.

» Citons encore, parmi les séries d'expériences entreprises au sommet du pic du Midi, celles qui furent faites en août 1782 par Lapeyrouse, Dolomieu, Puy-Maurin et Darquier, et qui sont relatées dans les *Mémoires de l'Académie de Toulouse*, et le nivellement exécuté, en 1786 et 1787, par Vidal et Reboul « dans le but, disent les auteurs, de graduer cette montagne pour les observateurs qui voudraient s'y établir ».

» Dans cette même année 1786, Darcet avait obtenu de Philippe d'Orléans la promesse d'une somme de 80000 francs, pour être affectée à la création de l'Observatoire du pic du Midi. Ce projet fut entravé par les événements politiques qui se succédèrent si rapidement.

(1) L'un des principaux promoteurs du projet d'Observatoire du pic du Midi, M. Vaussenat, a recueilli sur la Bibliographie de cette montagne les documents les plus complets et les plus intéressants.

» A cette époque, il existait près du sommet, sur le lieu où la Commission actuelle a édifié un petit abri qu'elle a nommé *Pavillon Darcet,* une cabane ou abri, dont elle a trouvé les fondations dans le gazon. Cette première cabane avait été établie, peut-être à la place d'une plus ancienne, par Vidal et Reboul, qui y stationnèrent; plus tard, le colonel Peytier campa sous la tente pendant plus de quinze jours sur ce même point du sommet.

» Nous ne pouvons que mentionner les observations faites, d'une manière non continue, au sommet du pic du Midi, pendant les vingt dernières années du XVIII^e siècle, par le chevalier d'Angos, astronome distingué de Tarbes : observations qui semblent malheureusement éparpillées entre plusieurs mains. Il faut aussi nous contenter de rappeler les recherches géologiques de Palassou, de Charpentier, et les beaux travaux de Ramond, notamment son Mémoire sur la *Mesure des hauteurs à l'aide du baromètre,* inséré au sixième volume des *Mémoires de la classe des Sciences mathématiques et physiques de l'Institut.* Ramond faisait plusieurs fois par an le voyage du Pic ; on possède les dates et les détails de ses trente-quatre ou trente-six ascensions.

» Ajoutons enfin que notre vénérable correspondant, Léon Dufour, parvint au pic le 10 août 1863. Il avait alors quatre-vingt-quatre ans : c'était la vingtième de ses ascensions, dont la première datait de 1798. »

MÉCANIQUE. — *Considérations nouvelles sur la régulation des tiroirs.* Note de M. A. LEDIEU (suite et fin) (1).

« Dans toutes les machines, l'*introduction* par le tiroir se trouve forcément plus grande à l'orifice que nous sommes convenu d'appeler *majeur,* c'est-à-dire à l'orifice de l'extrémité du cylindre où la grande bielle et la manivelle se trouvent en *prolongement* au moment du point mort, qu'à l'orifice *mineur*, c'est-à-dire à l'orifice de l'extrémité opposée. La circonstance qui nous occupe est, du reste, tout à fait indépendante de l'espèce du tiroir et du mode d'action (direct ou renversé) de sa bielle. Elle s'explique en remarquant que, eu égard à la petitesse que possède toujours l'avance à l'introduction, l'angle décrit par la grande manivelle entre le bout de course du piston et le moment de la fermeture à l'introduction diffère très-peu de l'angle du renversement de marche, quelle que soit l'extrémité considérée

(1) Voir le *Compte rendu* de la séance précédente, page 132 de ce volume.

du cylindre. Or à ce même angle décrit par la grande manivelle à partir de chaque point mort correspond une fraction de course du piston, qui est évidemment plus grande du côté du bout de course où la grande bielle et la manivelle sont en prolongement, que du côté de l'autre bout de course. Si l'on remarque que les forces d'inertie ont, de leur côté, plus d'intensité pour le premier de ces bouts de course que pour le second, ladite circonstance qui nous occupe devient heureuse.

» En effet, au moins dans le cas où l'on fonctionne sans organe de détente variable, l'introduction se trouve de la sorte la plus petite à l'extrémité du cylindre opposée au point mort où les forces d'inertie sont les plus grandes, et où, par suite, il y a intérêt, afin de ne pas accroître *comparativement* à l'autre extrémité du cylindre, la poussée *effective* du piston tant à bout de course que maximum, à restreindre la partie de cette poussée qui est due à la pression de la vapeur. Cette combinaison est utile, d'une part, pour répartir également entre les deux demi-tours la prévention des chocs lors des changements de portage à fin de parcours, et les usures ainsi que les chances d'échauffement, et, d'autre part, afin d'éviter que les défectuosités du couple de rotation soient plus saillantes pour l'un des demi-tours que pour l'autre.

» Toutefois, dans les machines à pilon, l'action du poids du piston vient se combiner avec l'influence des forces d'inertie. Or, ce poids dépasse un peu, en moyenne, la moitié de la plus petite des deux forces d'inertie relatives aux deux bouts de course, et d'ailleurs agit toujours dans le même sens que cette plus petite force, et en sens contraire de l'autre. Il en résulte que, tout compte fait, il vaudrait mieux, au point de vue qui nous occupe, dans lesdites machines, que l'introduction concernant l'extrémité du cylindre où la grande bielle et sa manivelle sont en prolongement, fût légèrement plus petite que l'autre, ou au moins en différât aussi peu que possible. D'un autre côté, l'inégalité d'introduction aux deux extrémités du cylindre entraîne, en principe, l'inconvénient d'avoir des travaux inégaux pour les deux courses du piston, ce qui tend à rendre inégales les valeurs de la moyenne du couple de rotation propre au cylindre considéré pour les deux demi-tours. Mais ce dernier point est peu important, comme influence, sur le couple de rotation total, lequel relève de tous les cylindres de la machine. Au surplus, il n'y aurait de possibilité d'égaliser, dans les cas particuliers où cela serait utile, l'introduction aux deux extrémités du cylindre qu'en augmentant outre mesure, par une diminution du recouvrement, l'avance à l'introduction, à l'extrémité pour laquelle l'admission se trouve la plus pe-

tite, ou bien encore en donnant du retard à l'admission à l'autre extrémité du cylindre.

» La considération de l'inégalité des forces d'inertie aux deux extrémités du cylindre indique encore qu'il faudrait accroître l'avance à l'évacuation, la compression et l'avance à l'introduction pour le bout de course où l'intensité de ces forces, combinée avec le poids du piston dans les machines à pilon, est la plus grande; car l'accroissement de l'avance à l'évacuation et de la compression au bout de course en question contribuerait à contre-balancer l'influence d'augmentation par rapport à l'autre bout de course, que cette supériorité d'intensité exerce sur la poussée effective du piston aux environs de son arrivée au point mort. De son côté, l'accroissement de l'avance à l'introduction, toujours au bout de course en question, aiderait d'abord au contre-balancement précédent; mais de plus il servirait, une fois le point mort franchi, à affaiblir l'influence de diminution de poussée par rapport à l'autre bout de course, qu'exerce ladite supériorité d'intensité des forces d'inertie au bout en question considéré, lesquelles forces, après le passage du piston au point mort, deviennent négatives, de positives qu'elles étaient auparavant, c'est-à-dire jouent maintenant le rôle de forces *résistantes*. En ce qui concerne l'ouverture maximum des orifices à l'introduction, il y a tout intérêt à ce qu'elle soit plus grande à l'orifice *majeur* qu'à l'orifice *mineur;* car de la sorte la vapeur est moins étranglée pour l'extrémité du cylindre où le piston marche relativement plus vite qu'à l'autre extrémité. Pour l'ouverture maximum à l'évacuation, il vaut mieux que la plus grande valeur corresponde à l'orifice *mineur*. Il est vrai qu'il y a moins de vapeur à faire évacuer par cet orifice que par l'autre; mais il faut observer que la vitesse du piston, au début de l'évacuation, est la plus grande pour le bout de course opposé à l'orifice *mineur*, qui est l'orifice par lequel s'échappe alors la vapeur, et que par suite, sous le rapport de la contre-pression, cet échappement doit être facilité de préférence à celui de l'autre extrémité du cylindre : somme toute, cette dernière considération doit l'emporter sur la première.

» Pour les combinaisons que nous venons d'indiquer, il sera bon de se rappeler que la compression relative à un des bouts de course du piston, modifiée à l'aide du recouvrement voulu ou de l'angle de calage, varie toujours en sens inverse de l'avance à l'évacuation correspondant au même orifice et par suite à l'autre bout de course, et cela quels que soient l'espèce du tiroir et le mode d'action de sa bielle. L'avance à l'introduction, de son côté, comme nous l'avons dit plus haut, ne saurait augmenter à un

bout du cylindre sans entraîner l'accroissement de l'introduction à ce même bout; mais, en principe, la grandeur relative des résultats de régulation de même nom, c'est-à-dire des deux introductions, des deux sortes d'avances, des deux compressions et des deux espèces d'ouvertures maximum des orifices, dépend de celui des deux groupes mentionnés à l'article précédent dont fait partie la machine. Les machines à pilon mises à part, le second groupe se prête à la réalisation de toutes les bonnes combinaisons que nous venons d'expliquer, sauf pour les avances à l'évacuation, ou sinon pour les compressions. Avec le premier groupe, il faut en outre abandonner ce qui concerne les ouvertures maximum des orifices, à moins que les obliquités de bielle du tiroir ne soient extrêmement faibles; en d'autres termes, on est obligé de subir que les inégalités entre les ouvertures de même espèce se produisent à l'inverse de ce qu'il faudrait. »

M. **Alph. de Candolle** fait hommage à l'Académie de deux brochures portant pour titres : « Existe-t-il, dans la végétation actuelle, des caractères généraux et distinctifs qui permettraient de la reconnaître en tous pays, si elle devenait fossile? » et « Sur les causes de l'inégale distribution des plantes rares dans la chaîne des Alpes ».

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section de Géographie et Navigation, en remplacement de feu M. *Livingstone*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 42,

M. Nordenskiöld obtient.	34	suffrages,
M. Gould	7	»

Il y a un bulletin blanc.

M. **Nordenskiöld** ayant réuni la majorité absolue des suffrages est proclamé élu.

RAPPORTS.

HYDROLOGIE. — *Rapport sur l'ouvrage de M.* Revy, *ingénieur anglais, intitulé : « Hydraulique des grands fleuves le Parana, l'Uruguay et le bassin de la Plata »*.

(Commissaires : MM. Tresca, Morin rapporteur.)

« L'importante et délicate question du mouvement des eaux dans les grands fleuves, malgré les tentatives des ingénieurs les plus illustres, n'a pas encore reçu de solution complétement satisfaisante, au point de vue des applications pas plus qu'à celui de la théorie. Prony, Eytelwein, Brunnings et, après eux, d'habiles ingénieurs l'ont abordée, et si leurs travaux ont jeté sur quelques parties des phénomènes la lumière de l'expérience, les observations et les règles qu'on en a déduites sont restées limitées à des cours d'eau ou à des canaux de dimensions si restreintes, qu'il n'est pas possible d'en étendre l'application aux rivières d'Europe, et moins encore à ces fleuves gigantesques qui arrosent l'Amérique.

» Les recherches de ce genre ont une telle importance, que toute tentative pour y répandre la lumière doit appeler l'attention des ingénieurs, et, à ce titre, nous croyons devoir leur signaler l'ouvrage qu'a publié, en 1874, M. Revy, savant ingénieur anglais, qui, pour éclairer ces questions si complexes, n'a pas craint de s'attaquer aux plus grands fleuves de l'Amérique du Sud, le Parana et l'Uruguay, puissants affluents qui forment le bassin de la Plata.

» Si l'auteur n'a pas résolu, aussi complétement qu'il l'avait espéré, les questions qu'il abordait, il a eu le mérite d'ouvrir la voie à de nouvelles recherches.

» Les moyens d'observation qu'il a employés et surtout l'organisation qu'il a su donner à l'ensemble de ses travaux pourront servir de modèle à ses successeurs, qui, secondés par des circonstances plus favorables, pourront avoir l'honneur d'achever la tâche difficile qu'il avait entreprise.

» *Moyens d'exécution.* — Au premier rang des moyens indispensables pour l'exécution d'observations suivies sur les grands fleuves, l'auteur indique ceux qui avaient été libéralement mis à sa disposition par le gouvernement de la République argentine, auquel il nous semble juste de rendre ici un public hommage.

» Ils se composaient d'un bateau à vapeur d'un faible tirant d'eau,

d'un équipage bien choisi, suffisamment nombreux, et de plusieurs petites embarcations.

» *Dispositions adoptées.* — Nous résumerons ici sommairement les dispositions générales adoptées par l'auteur pour opérer sur l'immense fleuve du Parana, le principal affluent de la Plata, dans la partie de son cours où il sépare l'État oriental de l'Uruguay et la province d'Entre-Rios du territoire de la République argentine.

» Un emplacement convenable ayant été reconnu près de Rosario, à 300 kilomètres environ en amont de Buenos-Ayres, on mesura sur la rive gauche une base de 3000 pieds anglais (915 mètres), et ses extrémités furent indiquées par des poteaux surmontés d'un fanion. Perpendiculairement à cette base et dans la direction du profil choisi pour les observations, d'autres poteaux furent établis, les uns à ses extrémités et un autre sur un radeau flottant, solidement ancré à 800 pieds anglais (250 mètres environ) sur cette base, pour servir de repère dans les traversées.

» A l'aide de ces premières dispositions, il était facile de déterminer la position de chacune des stations que l'on devait faire dans la direction du profil choisi. Il suffisait pour cela d'observer de cette station, avec un sextant, l'angle formé par les rayons visuels dirigés vers les deux extrémités de la base.

» L'observation des grandes profondeurs d'eau dans des courants aussi rapides présentait des difficultés que, par des manœuvres habilement conduites, l'auteur a surmontées. Sans entrer dans des détails que l'on trouvera dans l'ouvrage, nous nous bornerons à dire que le bateau à vapeur employé à cette opération importante et délicate était remonté d'abord à 150 ou 180 mètres au-dessus du lieu d'observation, que l'on jetait une ancre dont on laissait filer le cordage, que la sonde immergée d'avance à une certaine profondeur suivait le mouvement du bateau, qu'à l'aide du sextant on guettait l'instant précis où l'on atteignait l'alignement déterminé, puis qu'à un commandement net la sonde était lâchée et immédiatement retirée. Les résultats d'observation de direction et de profondeur d'eau étaient de suite inscrits et l'opération répétée.

» C'est ainsi que, de position en position, on a déterminé les profondeurs et pu construire le profil des sections étudiées. L'auteur assure qu'à l'aide des dispositions adoptées on peut en deux heures relever le profil d'une section des plus grands fleuves. Grâce à l'expérience acquise, le sondage en un point déterminé du Parana, dont la largeur excède 1460 mètres, n'a pas exigé en moyenne plus de huit minutes.

» Tout changement un peu brusque, indiqué par les sondages, doit d'ailleurs donner lieu à des vérifications et à des répétitions dans des positions voisines, afin d'assurer la régularité du tracé des profils.

» *Observations des vitesses.* — Le dispositif général adopté par l'auteur se composait d'une sorte de pont volant formé de deux bateaux pontés et distants de 3 mètres environ, dans l'intervalle desquels passait le courant à observer.

» Le moulinet de Woltemann, dont l'auteur se servait, était fixé à l'extrémité d'une barre de fer méplat de $0^m,050$ de largeur sur $0^m,010$ à $0^m,012$ d'épaisseur et de 3 mètres environ de longueur, suspendue horizontalement dans le plan milieu du pont volant, à des profondeurs que l'on faisait varier à volonté à l'aide de deux cordes sur lesquelles des longueurs marquées d'avance permettaient de lire ces profondeurs.

» A l'aide de ces dispositions, on comprend facilement que, le pont volant étant une fois établi en station, il était facile de faire rapidement toute une série d'observations à diverses profondeurs et par tous les courants; aussi croyons-nous devoir appeler sur cette installation l'attention des ingénieurs qui se proposeraient de faire des recherches analogues à celles que M. Revy a exécutées.

» Outre la détermination de la vitesse aux différentes profondeurs d'immersion de l'instrument, l'auteur montre qu'il peut servir avec autant de facilité et d'exactitude pour obtenir en quelque sorte l'intégration de toutes les vitesses, depuis la surface jusqu'au fond, sur une même verticale, et à trouver ainsi la vitesse moyenne absolue sur cette verticale. Les résultats presque mathématiquement exacts que l'on obtient, étant enregistrés par l'instrument et indépendants de toute considération directe, leur précision n'a de limites que celle de la régularité avec laquelle fonctionne le mécanisme.

» *Observations des vitesses moyennes.* — Nous nous bornerons à montrer par un exemple que l'emploi du moulinet de Woltemann pour la détermination de la vitesse moyenne, en suivant la marche que nous avons indiquée plus haut, conduit à des résultats très-concordants.

» Dans une station où la profondeur d'eau était de $6^m,71$, et par des observations prolongées chaque fois, pendant trente minutes, en faisant alternativement descendre et remonter l'instrument d'un mouvement lent et aussi uniforme que possible, on a obtenu les résultats contenus dans le tableau suivant :

Nombre de courses doubles de l'instrument.	Espace total parcouru par l'instrument.	Vitesses moyennes observées.
	m	m
2	25,68	0,407
3	38,43	0,407
4	51,24	0,399

» La vitesse observée à $1^m,22$ de profondeur d'immersion, en tenant l'instrument fixe, était de $0^m,523$.

» L'accord des trois valeurs trouvées pour la vitesse moyenne pendant ces expériences est très-remarquable et montre le degré de confiance qu'on peut accorder à des observations de ce genre.

» Il est d'ailleurs évident que le mouvement donné à l'appareil doit être autant que possible uniforme, mais aussi très-lent, afin que sa vitesse n'influe pas sur le nombre de tours des ailettes.

» *Observations exécutées sur le Parana.* — Parmi les questions que M. Revy se proposait d'étudier, celle de l'influence de la profondeur des eaux sur la vitesse des courants était une des plus importantes et des plus nouvelles, car il est si rare de rencontrer des conditions locales convenables pour la résoudre, que jusqu'ici aucun observateur ne les a trouvées réunies au degré convenable.

» Pour qu'il soit permis de considérer de semblables observations comme à l'abri des nombreuses causes perturbatrices du mouvement des eaux, il faut, en effet :

» 1° Que la portion du lit dans laquelle se trouvent les sections sur lesquelles on veut opérer soit régulière, rectiligne, de largeur et de pente uniformes sur une très-grande étendue;

» 2° Que sa largeur soit assez considérable et présente des profondeurs d'eau très-différentes et suffisantes pour la manifestation des lois cherchées.

» Pour les expériences exécutées sur ce puissant affluent de la Plata, M. Revy en a remonté le cours jusque auprès de la ville de Rosario, dans la province de Santa-Fé, de la Confédération argentine, afin d'y trouver une station où l'action de la marée était nulle ou insensible.

» La profondeur de la section transversale sur laquelle il opérait allait en croissant régulièrement depuis zéro jusqu'à 22 mètres, selon une pente d'environ $0^m,02$ par mètre, sur une largeur de plus de 1 kilomètre. La section totale avait 1485 mètres de large.

» Le tableau suivant donne ces profondeurs à la date du 24 janvier 1871 :

Sondages exécutés le 24 janvier 1871 sur le Parana à la station de Rosario.

Numéros d'ordre.	Distance à la rive de départ.	Profondeur en mètres.
	m	m
A 1....	134,2	5,05
2....	223,0	9,26
3....	303,0	11,50
4....	406,0	12,80
5....	522,0	14,94
6....	662,0	16,36
7....	762,0	17,69
8....	808,0	17,71
9....	915,0	18,02
10....	1009,0	21,20
11....	1070,0	20,96
12....	1180,0	7,44
13....	1060,0	20,86
14....	1080,0	21,63
15....	1145,0	21,98
16....	1206,0	3,86
17....	1270,0	2,77
C......	1485,0	1,83

Vitesses voisines de la superficie.

Numéros des stations.	Distances à la rive.	Vitesses en mètres en 1s.
	m	m
a.....	152,5	0,456
b.....	254,0	0,668
c.....	377,0	0,880
d.....	406,0	0,995
e.....	515,0	1,095
f.....	665	1,225
g.....	860	1,300
h.....	1080	1,295
k.....	1185	0,550

» En représentant les résultats consignés dans ces tableaux par une construction graphique dont les abscisses sont les profondeurs d'eau et dont les ordonnées sont les vitesses près de la superficie, on reconnaît que, dans la station d'observation, ces vitesses croissaient, à très-peu près, proportionnellement aux profondeurs d'eau.

» Pour cette station de Rosario sur le Parana, la relation des vitesses avec la profondeur serait

$$V^{m} \text{ en } 1^{s} = 0,075\ H^{m}.$$

» Il est évident d'ailleurs que ce rapport de la vitesse à $1^{m},22$ au-dessus de la superficie à la profondeur d'eau, dépend, dans chaque cas, de la pente et de la nature du lit et que les conclusions que l'auteur tire de ses observations ne s'appliquent qu'aux cas où les conditions d'uniformité de largeur et de pente qu'il a recherchées sont réalisées; mais la conséquence générale qu'il a déduite de ses observations faites sur le Parana à la station de Rosario n'en est pas moins remarquable et il serait fort important qu'elle fût vérifiée pour d'autres fleuves.

» Cependant on ne saurait se dissimuler qu'elle a besoin d'être vérifiée sur d'autres grands fleuves pour être considérée comme suffisamment établie.

» Il est fort à regretter que l'auteur des expériences que nous avons

cherché à analyser dans ce Rapport ait été obligé de les interrompre et n'ait pu leur donner tout le développement qu'il avait en vue, surtout en ce qui concernait le Parana et l'Uruguay.

» S'il paraît résulter de ses études que, dans les grands fleuves et lorsque la pente de leur lit est sensiblement la même sur toute leur longueur sur une certaine étendue, la vitesse, à une faible distance de la superficie, est dans un rapport à peu près constant avec la profondeur d'eau, cette conséquence, qui n'avait jusqu'ici encore été établie, croyons-nous, par aucune observation faite dans des conditions aussi larges, est importante et n'a rien d'ailleurs de contradictoire avec les faits connus.

» Quoique ici ce soient des réserves qu'il nous paraît prudent de faire sur les conclusions que M. Revy a cru pouvoir formuler, d'après ses expériences, il n'en a pas moins, à nos yeux, le mérite considérable d'avoir osé s'attaquer aux plus grands fleuves connus, et surtout d'avoir donné le modèle d'une excellente organisation du matériel, du personnel et de l'ensemble des dispositions qu'il convient d'adopter en pareil cas.

» Il ne lui a manqué qu'un complément d'instruments faciles à se procurer aujourd'hui et le temps, cet élément indispensable de toute œuvre humaine.

» L'attention des ingénieurs est désormais appelée sur ces grandes questions d'Hydraulique auxquelles les ravages causés, il y a quelques années, par la Loire et par le Rhône, et surtout les catastrophes plus récentes des inondations de la Garonne, donnent un intérêt si grand.

» Les immenses fleuves qui parcourent les deux Amériques offrent à des études expérimentales de ce genre un champ trop fécond de découvertes et d'observations pour que nous ne croyions pas devoir les signaler aux amis de la Science dans ces vastes contrées.

» Au nord, la puissante République des États-Unis, où de si généreux efforts et de si grands sacrifices sont libéralement faits pour propager les connaissances de tous genres, tiendra, il faut l'espérer, à honneur de faire compléter les travaux que quelques-uns de ses plus habiles ingénieurs ont déjà entrepris et publiés.

» Au sud, un souverain que l'Académie des Sciences de France s'honore de compter parmi ses Membres, et qui met au premier rang des progrès civilisateurs que poursuit son gouvernement le développement des voies de communication, n'hésitera pas, on n'en saurait douter, à faire continuer les études déjà entreprises par ses ordres sur l'Amazone et sur le Madeira.

» *Conclusions.* — Vos Commissaires proposent en conséquence à l'Académie de remercier M. Revy de son importante Communication et d'accorder son approbation à ses recherches sur l'hydraulique des grands fleuves. »

Ces conclusions sont mises aux voix et adoptées.

MÉMOIRES LUS.

GÉOLOGIE. — *Mission de l'île Campbell, constitution géologique de l'île;* par M. **H. Filhol.**

(Renvoi à la Section de Minéralogie.)

« La constitution géologique de l'île Campbell est assez complexe, et l'on comprend que ce n'est qu'à la suite d'un séjour prolongé qu'il ait été possible d'en retracer l'histoire. Pourtant il paraît étrange qu'on l'ait considérée seulement comme une production volcanique, alors que les phénomènes géologiques dont elle a été témoin ont laissé des dépôts considérables appartenant à deux périodes bien séparées.

» Les couches les plus anciennes se trouvent à la pointe Duris : ce sont des sables agglomérés, d'un gris noir, mesurant de 10 à 12 mètres d'épaisseur. Ces sables renferment, dans leur intérieur, des nodules nombreux de pyrite de fer. Ils sont immédiatement surmontés par une couche de calcaires puissants, qui constituent en quelque sorte la charpente de l'île. Pour se rendre compte d'une manière exacte de la disposition de ces calcaires, il faut parcourir la portion nord-ouest de l'île Campbell. Là ils ont été très-peu tourmentés par les phénomènes volcaniques qui ont suivi leur dépôt et qui se sont bornés à les recouvrir d'une couche épaisse de roches trachytiques. Ils s'offrent en stratification horizontale, formant de grandes falaises qui mesurent de 60 à 80 mètres de hauteur. On les retrouve disloqués, diversement soulevés par le passage de filons de basalte, dans la baie de Persévérance, dont ils constituent le fond. Ces calcaires sont jaunâtres, à grains fins. Ils sont tendres, se laissent tailler avec facilité, et ont pu être utilisés avec succès pour diverses œuvres de maçonnerie qui devaient servir à supporter les instruments astronomiques. Dans la portion supérieure des falaises, ils se délitent sous l'influence de diverses causes atmosphériques, les pluies, les gelées. Ils sont, dès lors, attaqués facilement par les vents violents qui règnent dans ces parages et qui en transportent des fragments à de grandes distances.

» J'ai été longtemps indécis sur l'âge auquel on doit rapporter ces calcaires; mais j'ai eu, après des recherches prolongées, l'occasion de rencontrer, dans leur intérieur, des Pentacrines semblables à celles du crétacé supérieur de la Nouvelle-Zélande, et je crois devoir rapprocher la formation de Campbell de celle du Waipara, caractérisée par les *Pentacrines*, les *Dosinia*, les *Dammara*.

» Au-dessus de ces calcaires, s'étendent de grandes nappes de dépôts éruptifs, qui datent tout à fait du début de l'époque éocène. Ce sont des roches trachytiques, renfermant dans leur intérieur de gros cristaux de feldspath. Elles constituent les sommets de Campbell. Leur épaisseur, en certains points, est excessivement considérable; car ce sont elles qui forment les massifs du mont Honey, du mont Lyell, du mont Dumas. Leur expansion a eu lieu, en quelque sorte, en forme d'éventail, dont le centre correspondrait à l'ouest. Du sommet du mont Honey, les masses trachytiques descendent vers le nord-est, pour plonger dans la mer; du mont Honey, elles courent de la même manière vers le sud-est, tandis que, du mont Dumas, dont la moitié qui regarde l'Océan est éboulée, on les voit s'incliner fortement vers le sud-ouest. Du côté du nord-ouest, la côte est complétement effondrée; toute cette portion de l'île semble s'être affaissée sous la mer, alors que quelques rares sommets, émergeant au loin, forment autant d'écueils qui témoignent du reste de l'île engloutie. La portion inférieure des dépôts trachytiques offre une constitution différente de celle des parties supérieures; elle se rapproche beaucoup des laves, dont elle se différencie pourtant par de nombreux caractères, et renferme dans son intérieur une quantité considérable de fer à divers degrés d'oxydation. Ces couches ont une épaisseur de 8 à 10 mètres et sont faciles à étudier sur la rive gauche de la baie du nord-est, où l'on peut les suivre, grâce à des éboulements de date récente.

» Leur âge, comme celui des dépôts qui les surmonte, doit être rapporté à l'époque éocène inférieure. Ils sont absolument semblables, comme âge et comme constitution, aux produits éruptifs, qui forment de nombreux massifs dans le sud de la Nouvelle-Zélande, en particulier à Port-Chalmers.

» Je dois faire remarquer que ces masses ne s'offrent pas à nous sous l'aspect qu'elles avaient primitivement, car elles ont été profondément modifiées dans leur configuration extérieure, durant la période éocène supérieure. Durant la période jurassique supérieure, les périodes éocènes inférieure et moyenne, Campbell, d'après les observations que je viens de rapporter, faisait partie d'un grand continent. Il se trouvait alors rattaché

aux diverses terres aujourd'hui voisines. C'est à ces époques qu'il faut fixer l'existence d'un grand continent antarctique, réunissant alors des terres séparées durant les périodes éocènes supérieures et miocène inférieure. Il se pouvait qu'alors vécussent, sur cette grande terre australe, les ancêtres de grands oiseaux vivants ou éteints aujourd'hui, dispersés sur divers continents et dont il était difficile jusqu'à présent de trouver l'origine. Sur le continent antarctique éocène, vivaient probablement les aïeux des Dinornis, des Épiornis, des Émen, des Casoars, des Naudon, des Struthio, qui ne seraient peut-être que des races issues d'une même origine.

» Durant toutes les périodes éocène supérieure, miocène inférieure, Campbell a été immergé. Le grand continent antarctique s'était effondré sous la mer pour ne se relever qu'en partie durant les périodes miocène moyenne, supérieure et pliocène. Les traces de l'affaissement de Campbell sont de deux ordres, des terrasses formées par la mer et des dépôts marins, renfermant de nombreux fossiles que l'on rencontre en un point de ses côtes. Les terrasses sont très-nettes en plusieurs endroits; je signalerai en particulier le mont Dumas. Quant aux dépôts marins, on ne les rencontre que dans un point assez limité. Ils existent dans la baie de Persévérance, tout près de la pointe Terror. Ils consistent, dans leur portion inférieure, en sables assez fins, agglomérés, recouverts par un dépôt coquillier abondant, dans lequel on rencontre la *Woldheguna gravida*, la *Panopœa plicata*, caractéristiques des dépôts de l'éocène supérieur et du miocène inférieur de la Nouvelle-Zélande. Cette couche mesure 3^{m},50 à 4 mètres de hauteur, et est recouverte par un lit de sable de 6 mètres environ d'épaisseur.

» Durant la période miocène moyenne, Campbell a subi un mouvement d'élévation au-dessus dés eaux. A la même époque, se sont produits de nouveaux phénomènes volcaniques. De grands diks de basalte se sont fait jour au travers des calcaires crétacés de la baie Persévérance et ont constitué le mont Biman, qui offre, en divers points, des prismes dans un magnifique état de conservation.

» Enfin de nombreux filons de basalte ont traversé l'île dans une multitude de points, en se croisant sous des angles divers. Un de ces filons a soulevé, en les traversant, les dépôts de l'éocène supérieur dont je parlais plus haut, et à son contact les a transformés en une sorte de tuf.

» A partir de la période miocène moyenne, Campbell est resté à l'état d'île et n'a pas participé au mouvement partiel d'abaissement qu'a subi la Nouvelle-Zélande, durant la période pliocène, et qui a donné lieu aux dépôts du Vanganni.

Les dépôts récents sont formés par des amoncellements de matière végétale en putréfaction, renfermant seulement, dans leur intérieur, des débris de divers genres et de diverses espèces de phoques; aucun ossement n'y a été rencontré, ainsi qu'il était facile de le prévoir d'après la constitution géologique de l'île, appartenant aux grandes espèces éteintes qui caractérisent le pléistocène de la Nouvelle-Zélande. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ASTRONOMIE. — *Sur le passage de Vénus du 9 décembre 1874* (1); par M. Ch. André.

(Renvoi à la Commission du passage de Vénus.)

« La comparaison des heures observées pour le même contact dans les différentes stations paraît *a priori* être le meilleur moyen d'arriver à la loi du phénomène; mais ces observations sont affectées par tant de causes diverses (dont les principales sont : la différence des ouvertures, les défauts de l'objectif, de l'oculaire et de la mise au point), qu'il n'est pas facile d'arriver ainsi à des conséquences générales. La comparaison des diamètres observés échappe à cet inconvénient, parce que la valeur adoptée résulte alors d'un grand nombre de mesures, et qu'ainsi les causes perturbatrices y ont, la plupart du temps, une influence constante, quel que soit le mode d'observation : il convient donc d'en faire la base de la discussion. C'est ce que je ferai, en supposant tout d'abord que la mise au point, l'objectif et l'oculaire ont été parfaits. Ces hypothèses excluent toutes les observations où le contact n'a point paru géométrique.

» 1° Le fait capital est celui-ci : les valeurs des diamètres de Vénus et de Mercure, obtenus micrométriquement dans les conditions ordinaires, c'est-à-dire en observant l'astre sur le fond du ciel, sont toujours plus grandes que celles obtenues pendant le passage, et en diffèrent d'autant plus que l'ouverture de l'instrument employé est plus petite.

» Ainsi, pour le passage de Vénus, la valeur la plus grande que je connaisse, celle obtenue par M. Mouchez avec son équatorial de 8 pouces ($0^m,217$) d'ouverture, est de $64'',38$. Les mesures faites, de 1840 à 1852, par

(1) Ces recherches ont été entreprises sur les conseils de M. Dumas, président de la Commission du passage de Vénus.

M. R. Main, à l'équatorial Est de l'observatoire de Greenwich (0^m,170 d'ouverture), et M. John Plummer, en 1868, à l'équatorial de Fraunhofer de l'observatoire de Durham (0^m,165), donnent en moyenne 64″,73.

» Pour le passage de Mercure du 4 novembre 1868, le plus grand diamètre obtenu avec une *lunette ordinaire* est égal à 9″,43, valeur trouvée par M. C. Wolf à l'aide d'un instrument de 0^m,204 d'ouverture. Les observations faites par M. R. Main à l'équatorial Est de l'Observatoire de Greenwich conduisent, pour le jour du passage, au nombre 10″,206.

» Ce résultat, entièrement conforme à la théorie des phénomènes de diffraction, provient de ce que l'image d'un point lumineux dans une lunette n'est pas un point mathématique, mais un disque brillant (entouré d'anneaux alternativement obscurs et brillants), de grandeur variable avec l'ouverture; par la même raison, le diamètre de Vénus, mesuré sur le fond brillant du Soleil, se trouve diminué d'une certaine quantité, tandis qu'il est augmenté de la même quantité dans le cas de l'observation de l'astre sur le ciel avec le même instrument.

» 2° Pour avoir le diamètre *vrai* de Vénus ou de Mercure, on doit, non pas se contenter de la valeur même obtenue pendant le passage, mais prendre la *moyenne* de la valeur ainsi obtenue et du nombre auquel conduisent les mesures micrométriques faites avant et après le passage avec le même instrument. Ainsi l'on a :

Passage de Vénus du 9 décembre 1874.		*Passage de Mercure du 4 novembre 1868.*	
Colonel Tennant (6^p, Roorkee)...	63″,902	M. J. Plummer (7^p, Durham)....	9″,041
M. Main (obs. ant., 6^p,7, Greenw.)	65,360	M. Main (obs. ant., 6^p,7, Greenw.)	10,206
Demi-somme ou diamètre vrai.	64,631	Demi-somme ou diamètre vrai.	9,603

» 3° La différence des diamètres de Vénus ou de Mercure obtenus avec *un même instrument*, d'une part pendant le passage, d'autre part dans les conditions ordinaires d'observation, doit être égale au double du diamètre du disque lumineux que donne cet instrument avec une étoile, ou du moins une quantité de même ordre; elle est constante pour des instruments de même ouverture et décroît à mesure que l'ouverture augmente.

Passage de Vénus du 9 décembre 1874.		*Passage de Mercure du 4 novembre 1868.*	
Colonel Tennant (6^p, Roorkee)....	63″,912	M. J. Plummer (7^p, Durham).....	9″,001
M. Main (obs. ant., 6^p,7, Greenw.)	65,360	M. Main (obs. ant., 6^p,7, Greenw.).	10,206
Demi-différence.......	0,724	Demi-différence.......	0,602

» Or, les constantes de séparation de Dawes et Foucault, combinées avec les calculs de Schwerd, donnent pour la même quantité 0″,854.

» 4° Le diamètre de la planète, déterminé pendant le passage par des instruments d'ouvertures différentes, est d'autant plus petit et celui du Soleil d'autant plus grand (leur somme étant constante quelle que soit l'ouverture), que l'ouverture est elle-même plus petite. Le diamètre de la planète, obtenu dans les conditions ordinaires d'observation, est, au contraire, d'autant plus grand que l'ouverture est plus petite; mais les nombres de ces deux séries de valeurs tendent vers une limite, le *diamètre vrai* de Vénus, limite atteinte lorsque l'ouverture est très-grande (25p à 30p). Ainsi l'on a :

Passage de Vénus du 9 décembre 1874.		*Passage de Mercure du 4 novembre 1868.*	
	"		"
Ct Mouchez (0m,216, St-Paul)..	64,380	C. Wolf (0m,204, Paris).....	9,430
Coll Tennant (0,152, Roorkee).	63,902	J. Plummer (0,165, Durham)..	9,001
		O. Struve (0,064, Pulkova)..	6,840 (*)

» 5° Des observateurs, armés de lunettes d'ouvertures différentes, ne voient pas le contact se produire, en un même lieu, au même instant. Les heures ainsi observées sont d'autant plus tardives pour l'entrée que l'ouverture de l'instrument est plus grande; la limite vers laquelle elles tendent est l'heure du *contact vrai*, que, avec la précision de l'observation, on obtiendrait avec un instrument de très-grande ouverture.

» Pour comparer entre elles deux observations du même contact, faites avec des instruments différents, il faut donc employer, pour chacune d'elles, les valeurs des diamètres du Soleil et de Vénus qui correspondent à l'ouverture de l'instrument; ou, en d'autres termes, appliquer à l'une d'elles une correction, que j'appellerai *équation de diffraction instrumentale*, égale au temps (ou tout au moins de même ordre) pendant lequel le centre de Vénus parcourt une longueur qui, projetée sur le rayon du disque solaire au point de contact, serait égale à la différence des diamètres apparents donnés par les deux instruments (**).

» Ainsi, par exemple, pour le premier contact interne à Saint-Paul, on a :

Observateurs.	Ouverture de la lunette.	Observation brute.	Observ. ramenée à 4p.
		h m s	h m s
M. Mouchez....	8 pouces	19.39. 2,5	19.38.48,3
M. Turquet...	6 »	19.38.56,1	19.38.46,5
M. Velain......	2,5 »	19.38.31,0	19.38.48,0

(*) Cette influence de l'ouverture sur le diamètre apparent de la planète avait été signalée par M. Wolf (*Recherches sur les apparences singulières qui ont souvent accompagné les observations de contacts de Mercure et de Vénus avec le Soleil*, p. 122).

(**) Voir, à ce sujet, *Sur le passage de Mercure du 4 novembre* 1868, par M. Le Verrier (*Comptes rendus*, t. LXVII, 9 novembre 1868).

» Dans une prochaine Communication, je traiterai le cas où les hypothèses que nous avons faites n'ont pas été réalisées. Je montrerai alors quels termes correctifs il faut ajouter à celui que nous avons obtenu, pour rendre ces observations comparables aux précédentes, je décrirai le dispositif expérimental à l'aide duquel on peut reproduire et mesurer les phénomènes dont il vient d'être question, et j'indiquerai le parti que l'on peut tirer de l'observation même du passage, pour l'étude de certains phénomènes de diffraction. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur une nouvelle analogie aux théorèmes de Pascal et de Brianchon;* par M. P. SERRET (1).

(Renvoi à la Section de Géométrie.)

« 1. Le théorème de Pascal ou celui de Brianchon peuvent être étendus aux surfaces du second degré par une autre analogie très-apparente dans les termes, mais d'ailleurs plus apparente encore que réelle, à raison du nombre surabondant des éléments qui y interviennent.

» L'analogie bien connue, donnée autrefois par M. Chasles, présentait aussi la même surabondance, c'est-à-dire ici le même défaut, puisque les dépendances descriptives que l'on y spécifiait faisaient intervenir, au lieu de 10, 12 éléments de la surface. Et tel est aussi le nombre des éléments qui figurent dans l'analogie suivante :

» 2. ANALOGIE : THÉORÈME. — *Les côtés d'un hexagone plan dont les trois diagonales concourent en un même point, faisant, comme l'on sait, six tangentes d'une même courbe du second ordre, les arêtes d'un octaèdre hexagonal dont les trois diagonales concourent en un même point font aussi douze tangentes d'une même surface du second ordre.*

» Il est d'ailleurs remarquable que la surface inscrite ne soit jamais une surface réglée.

» *Démonstration.* — Prenons, en effet, pour axes des x, des y et des z les diagonales, et désignons par a, b, c, a', b', c' les coordonnées finies des sommets de l'octaèdre; considérons la surface représentée par

(1) La Note du 3 janvier, *Sur un point de Géométrie infinitésimale,* renferme la démonstration d'un théorème, qui a été donnée par l'auteur dans sa première leçon à l'Université catholique de Paris.

l'équation

$$\text{(S)}\quad \left\{\begin{aligned}&\left[x\left(\frac{1}{a}+\frac{1}{a'}\right)+y\left(\frac{1}{b}+\frac{1}{b'}\right)+z\left(\frac{1}{c}+\frac{1}{c'}\right)-2\right]^2\\&\quad-2\left(\frac{1}{a}-\frac{1}{a'}\right)^2x^2-2\left(\frac{1}{b}-\frac{1}{b'}\right)^2y^2-2\left(\frac{1}{c}-\frac{1}{c'}\right)^2=0.\end{aligned}\right.$$

On voit presque aussitôt que cette surface est tangente à chacune des arêtes de l'octaèdre, à l'arête

$$\text{(A)}\qquad 0=z=\frac{x}{a}+\frac{y}{b}-1,$$

par exemple. Si l'on introduit, en effet, l'hypothèse $z=0$ dans l'équation (S) rendue homogène à l'aide de la relation $\frac{x}{a}+\frac{y}{b}=1$, cette équation devient

$$\text{(S')}\ \left[x\left(\frac{1}{a'}-\frac{1}{a}\right)+y\left(\frac{1}{b'}-\frac{1}{b}\right)\right]^2-2\left(\frac{1}{a'}-\frac{1}{a}\right)^2x^2-2\left(\frac{1}{b'}-\frac{1}{b}\right)^2y^2=0.$$

Or le premier membre simplifié

$$2xy\left(\frac{1}{a'}-\frac{1}{a}\right)\left(\frac{1}{b'}-\frac{1}{b}\right)-\left(\frac{1}{a'}-\frac{1}{a}\right)^2x^2-\left(\frac{1}{b'}-\frac{1}{b}\right)^2y^2$$

se réduit à un carré parfait. Donc, etc.

» L'équation (S) est d'ailleurs de la forme

$$(S_1)\qquad P^2-Q^2-R^2-S^2=0,$$

et ne s'applique dès lors à aucune surface réglée.

» 3. Les formes équivalentes (S) ou (S_1) mettent en évidence cette autre analogie :

» Une surface du second ordre étant menée tangentiellement aux arêtes d'un octaèdre à diagonales concourantes, le *tétraèdre* intercepté, dans le trièdre des diagonales, par le plan conduit suivant les droites de concours des faces opposées de l'octaèdre, est *conjugué* à la surface.

» On voit qu'au *tétraèdre* actuel correspond, dans la géométrie du plan, le *triangle* formé des deux diagonales et de la droite des points de concours des côtés opposés d'un quadrilatère circonscrit à une conique, ce triangle étant *conjugué* à cette conique, comme le tétraèdre précédent à la surface qui lui correspond.

» Le plan conduit suivant les droites de concours des faces opposées de l'octaèdre actuel est d'ailleurs représenté par l'équation

$$x\left(\frac{1}{a}+\frac{1}{a'}\right)+y\left(\frac{1}{b}+\frac{1}{b'}\right)+z\left(\frac{1}{c}+\frac{1}{c'}\right)-2=0,$$

dont la symétrie en a, a', b, b', c, c' suffit pour établir l'existence de ce plan.

» 4. Le théorème du n° 2 est peut-être susceptible de cet énoncé plus général :

» *Si les faces opposées d'un octaèdre se coupent deux à deux suivant quatre génératrices d'un hyperboloïde, les douze arêtes de l'octaèdre sont tangentes à une même surface du second ordre.*

» 5. Il serait facile d'énoncer ou d'établir directement la proposition corrélative : elle se rapporte à cette classe particulière d'hexaèdres dont les faces opposées se coupent deux à deux sur un même plan, et dont les diagonales sont dès lors concourantes. Le théorème qui en résulte, c'est-à-dire l'existence d'une surface du second degré, tangente encore aux douze arêtes de l'hexaèdre, correspond au théorème de Pascal; mais, cette fois, l'analogie est dissimulée ou latente : elle reste au fond des choses et n'apparaît point à la surface. On voit d'ailleurs aisément d'où provient ce défaut de parallélisme dans les termes et qu'il a son origine dans la différence qui existe entre le nombre des éléments constitutifs d'une figure plane ou à trois dimensions : d'une part, le point et la droite; d'une autre part, le point, la droite et le plan. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Transformations du sucre de canne dans les sucres bruts et dans la canne à sucre.* Note de M. **A. Müntz**, présentée par M. Boussingault.

(Commissaires : MM. Dumas, Boussingault, Peligot, Berthelot.)

« La canne à sucre et la betterave ne contiennent pas des quantités appréciables de sucre réducteur; cependant, dans le cours de l'extraction du sucre, il se forme généralement, aux dépens du sucre cristallisable, une certaine quantité de matière sucrée susceptible de réduire les liqueurs cuivriques, à laquelle on donne le nom de *glucose* ou de *sucre incristallisable,*

et qu'on rencontre fréquemment et abondamment dans les sucres de canne, rarement et en petite quantité dans ceux de betterave.

» Il est admis dans la Science que ce glucose est identique avec le sucre de fruits ou sucre interverti, mélange de parties égales de glucose et de lévulose, qui se produit facilement par l'action de certains agents sur le sucre cristallisable et qui possède un pouvoir rotatoire lévogyre voisin de 26 degrés.

» En examinant le sucre incristallisable retiré des sucres bruts, j'ai pu m'assurer qu'il n'avait pas, dans la plupart des cas, les propriétés et la composition qu'on lui attribue; qu'il n'a pas habituellement, comme le sucre interverti, un pouvoir rotatoire de — 26°, et que son action sur la lumière polarisée est ou plus forte ou moindre, et souvent même nulle.

» Il n'est pas facile d'extraire des sucres bruts ce glucose à l'état de pureté; on l'obtient toujours mélangé de quantités notables de sucre cristallisable.

» Cependant, en déterminant la proportion de sucre de canne par les liqueurs titrées, on calcule facilement sa part dans la déviation observée, et l'on a, par différence, la déviation attribuable au sucre réducteur, dont on a d'avance déterminé la quantité.

» Ayant ainsi la proportion de ce dernier sucre et sa déviation au polarimètre, on peut, à l'aide de la formule de M. Berthelot, déterminer son pouvoir rotatoire.

» Ces sucres incristallisables recouvrent les cristaux de saccharose, dont ils se séparent par un repos prolongé dans un entonnoir; la matière sirupeuse qu'on obtient contient des quantités peu considérables de saccharose.

» Quand la partie sirupeuse est peu abondante, on la laisse se concentrer pendant plusieurs mois dans les parties inférieures du vase qui contient le sucre, et l'on traite rapidement, par l'alcool faible, ces parties plus riches.

» Voici la composition de quelques-uns des sirops obtenus de cette manière.

» 1. Sucre brut de la Martinique, 1873. Le sirop obtenu contenait pour 100 :

Sucre de canne.... 30,7 Sucre réducteur.... 39,8

» Le pouvoir rotatoire de ce sucre réducteur était égal à — 1°,4.

» 2. Sucre brut de Bourbon, 1873. Le sirop obtenu contenait pour 100 :

Sucre de canne.... 34,2 Sucre réducteur.... 41,4

» Le pouvoir rotatoire du sucre réducteur était égal à — 0°,8.

» 3. Sucre brut de Bourbon, 1872. Le sirop obtenu contenait pour 100 :

Sucre de canne.... 32,1 Sucre réducteur.... 42,2

» Le pouvoir rotatoire du sucre réducteur était égal à $-0°,6$.

» 4. Sucre de betteraves brut, deuxième jet, 1872. Le sirop contenait pour 100 :

Sucre de canne.... 38,0 Sucre réducteur.... 12,7

» Le pouvoir rotatoire du sucre réducteur était égal à $-28°,3$.

» 5. Sucre de betterave brut troisième jet, 1873. Le sirop obtenu contenait pour 100 :

Sucre de canne.... 33,7 Sucre réducteur.... 13,2

» Le pouvoir rotatoire du sucre réducteur était égal à $-2°,2$.

» Voici maintenant les résultats obtenus avec des sucres bruts conservés depuis trente-cinq ans dans des flacons bouchés au liége :

» 6. Sirop obtenu d'un sucre de canne brut, conservé depuis 1842; contient pour 100 :

Sucre de canne.... 24,7 Sucre réducteur.... 40,2

» Ce sucre réducteur avait un pouvoir rotatoire de $-0°,26$.

» 7. Sirop obtenu d'un sucre de canne brut, conservé depuis 1842; contient pour 100 :

Sucre de canne.... 28,1 Sucre réducteur.... 45,5

» Ce sucre réducteur avait un pouvoir rotatoire de $-34°,2$.

» 8. Sirop obtenu d'un sucre de canne brut de 1842 ; contient pour 100 :

Sucre de canne.... 27,1 Sucre réducteur.... 39,5

» Ce sucre réducteur avait un pouvoir rotatoire de $-37°,1$.

» 9. Sirop obtenu d'un sucre de betterave brut de 1842, contient pour 100 :

Sucre de canne.... 31,7 Sucre réducteur.... 30,4

» Ce sucre réducteur avait un pouvoir rotatoire de $-5°,3$.

» Ces exemples montrent que le sucre réducteur n'a pas ordinairement le pouvoir rotatoire du sucre interverti et que, le plus souvent, ce pouvoir rotatoire est très-peu élevé et même presque nul.

» Quand ce pouvoir rotatoire est plus élevé que celui du sucre interverti, il est à présumer qu'on opère sur un mélange de glucose et de lévulose dans lequel prédomine ce dernier sucre, assez résistant aux agents de fermentation.

» Lorsque, comme cela arrive le plus souvent, ce pouvoir rotatoire est très-peu élevé ou presque nul, on peut faire deux hypothèses : ou bien le sucre réducteur est formé par des mélanges de glucose et de lévulose dans des proportions telles que le pouvoir dextrogyre de l'un annule sensiblement le pouvoir lévogyre de l'autre ; ou bien il est constitué par un glucose

inactif mélangé ou non de petites quantités de sucre interverti. Les faits observés donnent raison à cette dernière hypothèse et je n'aurais pas exprimé mon opinion sur ce sujet si je n'avais réussi à isoler le glucose inactif et à le caractériser comme espèce distincte. Ce n'est pas des sucres bruts qu'on peut l'extraire : il s'y trouve toujours mélangé de proportions notables de saccharose ou de glucose normal et de lévulose; mais, en examinant la canne à sucre conservée, j'ai observé que le saccharose y subissait le même genre de transformation, qu'il passait, après un temps plus ou moins long, à l'état de glucose d'un pouvoir rotatoire plus ou moins élevé et souvent nul. De quelques échantillons d'origine ancienne, j'ai pu extraire ce glucose inactif sans mélange de saccharose ni de sucre interverti, et j'ai pu constater son inactivité sur la lumière polarisée. Au contact de la levure de bièvre, il a fermenté lentement sans qu'à aucun moment il ait montré d'action sur la lumière polarisée; s'il avait été formé par un mélange accidentellement inactif de glucose et de lévulose, on aurait observé, pendant la fermentation une déviation à gauche, le glucose dextrogyre disparaissant toujours en premier lieu.

» Ce glucose, qui refuse de cristalliser, paraît se rapprocher de celui que Mitscherlich a obtenu en chauffant le sucre de canne avec de l'eau, à une température de 160 degrés. On peut l'extraire de la canne à sucre très-ancienne au moyen de l'alcool bouillant. Dans ce cas, il est cependant toujours accompagné de quantités notables de mannite qui cristallise rapidement dans le sirop obtenu.

» Il n'est pas sans intérêt de constater la présence de la mannite dans la canne à sucre conservée. Elle n'existe pas, on s'en est assuré, dans la canne fraîche; elle se produit donc, en même temps que le glucose, aux dépens du sucre de canne, probablement sous l'influence d'organismes végétaux inférieurs.

» Au point de vue de l'analyse saccharimétrique, ces résultats peuvent avoir de l'intérêt, surtout dans les cas où le glucose se trouve en quantité notable; ils montrent que, contrairement à l'opinion généralement adoptée, ce glucose n'a pas habituellement d'influence sur la lumière polarisée; en en tenant compte, on commet donc une erreur.

» En résumé, le sucre réducteur existant dans les sucres bruts et dans la canne à sucre est ordinairement constitué par un glucose inactif auquel s'ajoutent souvent des proportions variables de glucose normal et de lévulose. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur l'inactivité optique du sucre réducteur contenu dans les produits commerciaux ;* par MM. AIMÉ GIRARD et LABORDE.

(Commissaires : MM. Dumas, Boussingault, Peligot, Berthelot.)

« Deux opinions opposées ont cours, dans la Science et dans la pratique, au sujet de l'action qu'exerce, sur la lumière polarisée, le sucre réducteur contenu dans les produits commerciaux. D'un côté, M. Dubrunfaut a depuis longtemps émis l'opinion que ce sucre réducteur ne possède, excepté dans les mélasses exotiques, aucun pouvoir rotatoire ; d'un autre, beaucoup de chimistes et de manufacturiers considèrent ce produit comme constitué simplement par le sucre interverti, et comme possédant, en conséquence, un pouvoir rotatoire gauche égal aux 0,380 du pouvoir droit que possède le saccharose. Cette opinion a même été, il y a quelques mois, défendue par un savant professeur d'Amsterdam, M. le Dr Gunning, dans un Rapport officiel adressé par lui au Ministre des Finances des Pays-Bas.

» Au moment où la saccharimétrie optique est appelée à jouer, dans la perception de l'impôt sur les sucres, un rôle prépondérant, l'examen de ces deux opinions présente un intérêt qui n'échappera à personne. Si la première est juste, en effet, l'indication polarimétrique suffit à fixer la richesse des produits commerciaux en saccharose ; mais, si c'est du côté de la seconde que se trouve la vérité, il devient nécessaire d'augmenter le chiffre de richesse indiqué par le polarimètre, d'une quantité $= p \times 0,380$; p représentant le nombre de centièmes de sucre réducteur fourni par l'analyse au moyen des liqueurs cupriques.

» L'importance que présente cette question nous a engagés à en entreprendre l'examen, et nous avons ainsi reconnu, non-seulement que l'opinion émise par M. Dubrunfaut est la seule vraie, mais encore qu'elle s'étend au delà de ce que ce savant avait admis, et s'applique même à la composition des mélasses exotiques.

» C'est sur les produits de la canne, bien entendu, que nos recherches ont porté ; tous les praticiens savent, en effet, que les proportions de sucre réducteur contenues dans les produits de la betterave sont, par suite du travail alcalin généralement adopté aujourd'hui, trop faibles pour qu'il y ait à s'en préoccuper au point de vue optique. Les sucres de betteraves à 0,5, les mélasses à 1,5 de sucre réducteur deviennent, chaque jour, de plus en plus rares.

» Mais il en est autrement des sucres et des mélasses de cannes ; là,

souvent, on voit la proportion de sucre réducteur s'élever à un chiffre tel, que la correction glucosique pourrait, dans certains cas, représenter jusqu'à 5 ou 10 centièmes de saccharose; la question devient alors d'une gravité considérable.

» Pour la résoudre, nous avons soumis à l'analyse des sucres de cannes de provenances diverses, des mélasses de sucreries exotiques, des mélasses de raffinerie, et enfin des mélasses de candis. Dans aucun de ces produits nous n'avons vu la présence du sucre réducteur affecter, ni en sens, ni en quantité, les indications directes du polarimètre.

» Afin de donner à ces recherches plus de précision, nous avons abandonné l'emploi des liqueurs titrées et opéré par pesées.

» Après avoir établi au polarimètre et sous le poids de $16^{gr},19$ la richesse saccharine du produit sucré, nous en avons traité, à l'ébullition, une quantité déterminée, par un excès de liqueur cuprique; le protoxyde de cuivre fourni par la réduction a été ensuite pesé, tantôt directement, tantôt après transformation en bioxyde, tantôt après réduction par l'hydrogène; dans certains cas, sous ces trois formes successivement. Cela fait, nous avons inverti par l'acide chlorhydrique une autre quantité du produit, et nous l'avons traitée de même.

» En retranchant alors du nombre fourni par l'inversion celui que donne l'analyse directe, et corrigeant la différence, dans la proportion qu'exigent les formules des sucres, nous avons obtenu le poids de saccharose réel contenu dans les produits examinés. Dans tous les cas, ce poids s'est trouvé à peu de chose près identique à celui qu'avait indiqué le polarimètre; c'est ce que montrent les analyses résumées dans les tableaux suivants.

» *Sucres de cannes.* — Afin de rendre les résultats plus sensibles, nous avons opéré, non pas sur les sucres eux-mêmes, mais sur les sirops obtenus en clairçant ces sucres avec une petite quantité d'eau, de façon à concentrer, dans une quantité de produit déterminé, une proportion plus grande de sucre réducteur.

	Sucre réducteur.	Saccharose indiqué par l'analyse cuprique.	Saccharose indiqué par le polarimètre.
Caisses Havane	18,27	52,30	52,50
Barriques »	11,50	58,74	58,93
Caisses »	27,28	47,13	46,00
Caisses »	23,93	54,95	54,50
Barriques Fernambouc	29,14	35,21	34,00
Barriques de Nossi-Bé	19,33	53,30	53,00
Vergeoises de candi	9,41	78,00	77,00

» Dans quelques cas, nous avons rencontré des sucres commerciaux assez riches en sucre réducteur pour qu'il fût possible de les examiner directement et sans les soumettre au clairçage.

	Sucre réducteur.	Saccharose indiqué par l'analyse cuprique.	Saccharose indiqué par le polarimètre.
West-India	8,12	76,18	76,50
Madras	10,17	74,66	75,50

» *Mélasses de sucreries.* — Des échantillons d'origine certaine nous ont été procurés par M. Souques et par M. Demondésir. Les résultats ont été les mêmes qu'avec les sucres cristallisés :

Habitation Clérange (Marie-Galante).	19,02	52,71	54,00
Usine Gentilly (Guadeloupe)	15,45	43,10	43,00
Usine Bellevue (Port-Louis)	19,57	46,43	47,00
Usine Beauport (Guadeloupe)	17,56	48,00	47,00
Usine d'Arbousier (sirop récent)	24,16	37,57	38,50
Usine d'Arbousier (sirop fermenté)	36,63	31,35	31,50
Mélasse de Nossi-Bé	30,21	28,38	28,00

» *Mélasses de raffineries.* — Là encore les résultats sont venus démontrer l'inactivité optique du sucre réducteur contenu dans les produits commerciaux.

Saint-Louis (Marseille)	12,56	38,78	38,16
Étienne (Nantes)	24,04	34,90	34,00
Boutin (Bordeaux)	22,24	38,30	38,50
Récollets (Nantes)	33,59	37,04	38,00
Acher (Havre)	8,08	43,00	43,00
S. Lasnier (travail du candi)	43,69	30,49	28,50
Cossé-Duval »	48,52	29,04	29,00

» La concordance des résultats fournis par ces analyses est telle, que l'on peut, suivant nous, considérer comme d'une exactitude générale l'opinion émise par M. Dubrunfaut et consistant à admettre l'existence, dans les produits commerciaux, d'un sucre réducteur n'exerçant pas d'action sensible sur la lumière polarisée, incapable par conséquent d'influencer les résultats fournis par le polarimètre, relativement à la richesse saccharine de ces produits. »

MAGNÉTISME. — *Observations relatives aux résultats déjà obtenus sur le magnétisme des aciers.* Extrait d'une Lettre à M. le Secrétaire perpétuel, par MM. **Trève** et **Durassier.**

« Malgré le soin que nous avons pris d'indiquer notre but principal, qui n'est nullement la détermination *quantitative* du magnétisme contenu dans les aciers, M. Jamin nous attribue cette idée, et critique des travaux entrepris dans un tout autre esprit.

» Nous sommes prêts à nous incliner devant les décisions de la Commission nommée par l'Académie des Sciences; c'est à elle qu'il appartiendra de dire la part qui nous revient dans la mise en lumière, sinon dans la mesure, des rapports qui existent :

» 1° Entre la capacité magnétique des aciers et leur teneur respective en carbone;

» 2° Entre cette même capacité magnétique et la nature des trempes;

» 3° Entre cette même capacité magnétique et le degré de pénétration de la trempe. »

Les auteurs accompagnent cette Lettre d'une nouvelle Note relative au magnétisme intérieur des aimants.

Cette Note sera soumise, ainsi que les précédentes, à l'examen de la Section de Physique, à laquelle M. du Moncel est prié de s'adjoindre.

M. G. **Ricklin** adresse une Communication relative au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera).

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de Belgique en France** transmet à l'Académie une reproduction de la sphère terrestre et de la sphère céleste de Mercator, éditées en 1541 et 1551 à Louvain, et récemment découvertes à Gand. Cette reproduction a été exécutée, sur l'initiative de M. le Ministre des Finances de Belgique, par les officiers du Dépôt de la guerre.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un ouvrage publié à Bâle, en langue allemande, par M. *G. Simmen,*

et portant pour titre : « Recherches sur la constitution des éléments chimiques » ;

2° Une brochure de M. *H. Cernuschi*, intitulée : « La monnaie bimétallique ». L'auteur adresse à l'Académie un certain nombre d'exemplaires de cette brochure, pour ceux de ses Membres qui s'intéressent à la question monétaire.

GÉOMÉTRIE. — *Généralisation de la théorie du rayon osculateur d'une surface.* Note de M. R. LIPSCHITZ.

« Considérons le cas spécial dans lequel les variables x_a signifient les coordonnées de divers points matériels liés par les conditions $y_\alpha =$ const., exécutant leur mouvement dans l'espace à trois dimensions d'après les lois ordinaires de la Mécanique, sans être soumis à aucune force accélératrice. Soit en outre $2f\left(\frac{dx}{dt}\right)$ la somme des forces vives du système en question; la fonction $\sum_\alpha \lambda_\alpha \delta y_\alpha$ représentera la somme des moments de toutes les pressions. De plus la fonction $\sum_\alpha \lambda_\alpha \delta y_\alpha$ a la propriété générale d'être covariante avec la forme $f(dx)$ et avec le système des fonctions y_α égalées à des constantes. Or, en remplaçant dans les fonctions λ_α les dérivées $\frac{dx_a}{dt}$ par les différentielles dx_a, j'ai discuté les maxima et minima de la fonction

$$\frac{\sum_\alpha \lambda_\alpha \delta y_\alpha}{2f(dx)} = \frac{\lambda(dx)}{f(dx)},$$

par rapport aux dx_a assujetties aux équations $dy_\alpha = 0$; j'ai démontré que les solutions existent au nombre de $n - l$, et que, pour deux systèmes $d'x_a$ et $d''x_a$ correspondant à deux solutions différentes, il y a la relation $\sum_a \frac{\partial f(d'x)}{\partial d'x_a} d''x_a = 0$, laquelle exprime l'orthogonalité par rapport à la forme $2f(dx)$ (¹). Dans le cas de $l = 1$, il est permis de remplacer dans la fonction $\lambda(dx)$, sans porter préjudice à son caractère de covariant, la variation δy, par la quantité $\sqrt{(1, 1)}$, où

$$(1, 1) = \sum_{a,b} \frac{A_{a,b}}{\Delta} \frac{\partial y_1}{\partial x_a} \frac{\partial y_1}{\partial x_b}, \quad A_{a,b} = \frac{\partial \Delta}{\partial a_{a,b}},$$

(¹) *Bulletin* de M. Darboux, t. IV, p. 302.

et alors, pour la forme spéciale,

$$f(dx) = \frac{1}{2}\sum_a dx_a^2,$$

et pour $n = 3$ le quotient $\frac{\lambda(dx)}{f(dx)}$ signifie la valeur négative et réciproque du rayon osculateur d'une section normale à la surface $y_1 = \text{const.}$

» Fixons maintenant l'attention sur le fait remarquable qu'il existe une fonction qui est covariante avec la forme $f(dx)$ et avec le système des fonctions y_α égalées à des constantes, et qui se change en la fraction (2), lorsqu'on y introduit la supposition spéciale $f(dx) = \frac{1}{2}\sum_a dx_a^2$ de M. Jordan. Pour trouver cette fonction, déduisons de la forme $\lambda(dx)$ la forme bilinéaire

$$\sum_a \frac{\partial\lambda(dx)}{\partial dx_a} d^{(1)}x_a = \sum_\alpha \lambda_\alpha(dx, d^{(1)}x)\,\delta y_\alpha = 2\lambda(dx, d^{(1)}x),$$

et opérons sur le carré :

$$\sum_{\alpha,\beta} \lambda_\alpha(dx, d^{(1)}x)\lambda_\beta(dx, d^{(1)}x)\,\delta y_\alpha \delta y_\beta = 4\lambda(dx, d^{(1)}x)\lambda(dx, d^{(1)}x).$$

D'après les principes établis, le caractère de covariant de cette expression n'est point altéré si l'on remplace les produits $\delta y_\alpha, \delta y_\beta$ par les expressions $(\alpha, \beta) = \sum_{a,b} \frac{A_{a,b}}{\Delta}\frac{\partial y_\alpha}{\partial x_a}\frac{\partial y_\beta}{\partial x_b}$. Cette opération nous conduit à l'expression

(3) $$\sum_{\alpha,\beta} (\alpha, \beta)\,\eta_\alpha(dx, d^{(1)}x)\,\eta_\beta(dx, d^{(1)}x),$$

après avoir employé les équations

$$\lambda_\alpha(dx, d^{(1)}x) = -\sum_\beta (\alpha, \beta)\,\eta_\beta(dx, d^{(1)}x), \quad (\alpha, \beta) = \frac{1}{\text{dét.}(\gamma, \delta)}\frac{\partial\,\text{dét.}(\gamma, \delta)}{\partial(\alpha, \beta)},$$

$$\eta_\beta(dx, d^{(1)}x) = -\sum_{a,b}\frac{A_{a,b}}{\Delta} f_a(dx, d^{(1)}x)\frac{\partial y_\beta}{\partial x_b} + \sum_{a,b}\frac{\partial^2 y_\beta}{\partial x_a \partial x_b} dx_a d^{(1)}x_b$$

$$f_a(dx, d^{(1)}x) = \frac{1}{2}\sum_{b,c}\left(\frac{\partial a_{a,b}}{\partial x_c} + \frac{\partial a_{a,c}}{\partial x_e} - \frac{\partial a_{b,c}}{\partial x_a}\right) dx_b dx_c.$$

Or, en supposant $f(dx) = \frac{1}{2}\sum_a dx_a^2$, les quantités (α, β) se changent en $s_{\alpha,\beta}$, les quantités (α, β) en $S_{\alpha,\beta}$, les fonctions $\eta_\alpha(dx, d^{(1)}x)$ en

$$\sum_a d\frac{\partial y_\alpha}{\partial x_a} d^{(1)}x_a,$$

et par conséquent la fraction

$$(4)\qquad \frac{\sum_{\alpha,\beta}(\alpha,\beta)\eta_\alpha(dx, d^{(1)}x)\eta_\beta(dx, d^{(1)}x)}{\sum_{a,b} a_{a,b}\,dx_a d^{(1)}x_b}$$

se change en la fraction (2), et elle représente par suite la fraction cherchée.

» En suivant la méthode de M. Jordan, il faut déterminer les maxima et minima de (4) par rapport aux $d^{(1)}x_a$, diviser alors la somme des valeurs de (4) par la fonction $2f(dx)$ et discuter ensuite les maxima et minima de ce quotient par rapport aux dx_a; mais le nombre $n-l$ indiqué plus haut, d'après M. Jordan, comme nombre des solutions du premier problème, se réduit en effet au nombre l lorsque l est plus petit que $n-l$, à l'unité pour $l=1$. Par conséquent, dans ce cas, ladite somme des valeurs se confond avec la fonction elle-même, lorsque les $d^{(1)}x_a y$ sont remplacés par les valeurs convenables. Par suite, il s'agit des maxima et minima de la fonction

$$(5)\qquad \frac{(1,1)\eta_1(dx, d^{(1)}x)\eta_1(dx, d^{(1)}x)}{4f(dx)f(d^{(1)}x)} = \frac{(1,1)\lambda_1(dx, d^{(1)}x)\lambda_1(dx, d^{(1)}x)}{4f(dx)f(d^{(1)}x)},$$

par rapport aux dx_a. On conclut par des considérations fort simples en remplaçant pour un moment les deux systèmes dx_a et $d^{(1)}x_b$ par $n-1$ quantités indépendantes, que les $n-1$ maxima et minima de la fonction (5) coïncident avec les $n-1$ maxima et minima de la fonction

$$(6)\qquad \frac{\sqrt{(1,1)}\,\eta_1(dx, dx)}{2f(dx)} = \frac{\sqrt{(1,1)}\,\lambda_1(dx, dx)}{2f(dx)},$$

qui résulte de la fraction $\frac{\lambda(dx)}{f(dx)}$, en remplaçant δy_1 par $\sqrt{(1,\eta)}$, de manière que les valeurs de (5) deviennent égales aux carrés des valeurs correspondantes de la fonction (6) qui représente notre généralisation de la valeur négative et réciproque du rayon osculateur. Cela fait voir de quelle manière les deux généralisations s'accordent entre elles pour $l=1$. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les trombes*. Note de M. G. PLANTÉ.

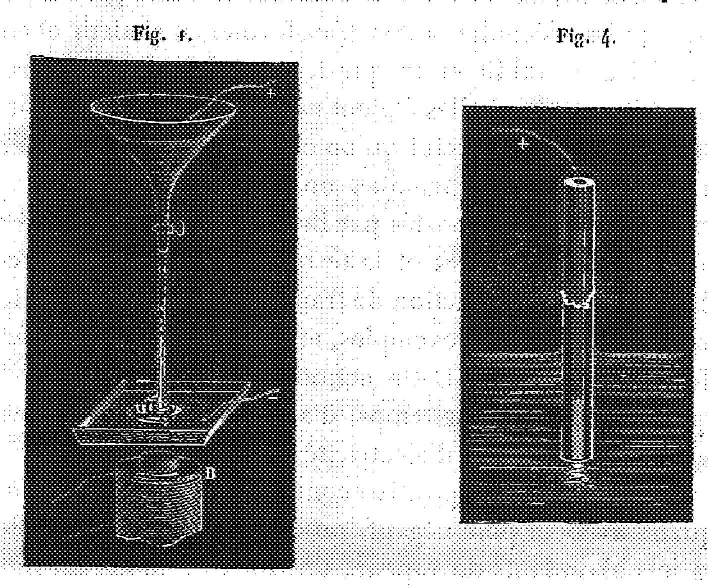
« A l'appui des considérations que j'ai présentées sur le rôle de l'électricité dans les trombes (1), j'ajouterai quelques expériences réalisées avec

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXI, p. 187 et 618, 1875.

une source électrique deux fois plus forte que la précédente, et fournie par une batterie de 400 couples secondaires, dont le courant de décharge équivaut à celui d'une pile de 600 éléments de Bunsen.

» On fait écouler une veine d'eau salée d'un entonnoir, muni d'un robinet, communiquant avec le pôle positif de cette batterie; le liquide est reçu dans une cuvette où plonge le fil négatif, et au-dessous de laquelle se trouve un électro-aimant (*fig.* 1). Dès que le circuit voltaïque est fermé,

Fig. 1. Fig. 4.



un filet lumineux, accompagné de quelques points brillants, apparaît dans la veine, à sa partie inférieure; des étincelles jaillissent avec bruissement à son extrémité, de la vapeur d'eau se dégage, et le liquide, qui entoure le bas de la veine, prend un mouvement gyratoire en sens inverse de celui des aiguilles d'une montre si le pôle de l'électro-aimant est boréal, et dans le même sens si ce pôle est austral. Le mouvement est rendu visible par des corps légers répandus à la surface du liquide. Si l'on raccourcit la veine, de manière à éviter toute solution de continuité à sa partie inférieure, les signes électriques et lumineux disparaissent presque complétement; le liquide s'échauffe néanmoins, comme l'atteste une légère vapeur, et le mouvement gyratoire est encore plus net et plus rapide. En allongeant de nouveau la veine, les manifestations électriques et lumineuses reparaissent comme auparavant.

» Cette expérience reproduit plusieurs effets des trombes, et montre en particulier que leur mouvement gyratoire, qui a lieu dans le même sens

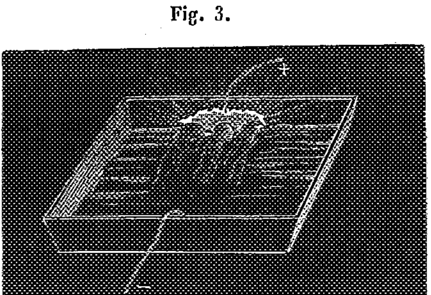
que celui de l'expérience ci-dessus, suivant qu'elles se produisent dans l'hémisphère boréal ou dans l'hémisphère austral, peut être attribué à l'écoulement du flux électrique sous l'influence magnétique du globe. Elle prouve aussi que les trombes, alors même qu'elles ne sont accompagnées d'aucun signe électrique, peuvent être néanmoins chargées d'électricité, et devoir leur mouvement gyratoire à la présence même de cette électricité. C'est qu'elles forment, dans ce cas, un conducteur assez parfait pour que le flux électrique puisse s'écouler sans se transformer en chaleur et en lumière. La même expérience établit enfin que les trombes doivent être chargées d'électricité positive; car, si elles étaient négatives, le mouvement gyratoire aurait lieu en sens inverse de celui qu'on observe dans chaque hémisphère.

» La formation même des trombes ou la descente de ces appendices nuageux vers le sol a été rapportée par Brisson et Peltier à une attraction électrostatique entre les nuages et la terre. On peut ajouter à cette force attractive bien naturelle une action de transport, comme l'électricité dynamique en offre de nombreux exemples, et qui tend à faciliter l'écoulement de l'eau du nuage électrisé. Cette action se remarque dans l'expérience suivante, qui montre, en même temps, d'autres effets mécaniques résultant du passage d'un fort courant d'électricité voltaïque.

» En appuyant l'électrode positive contre les parois du vase d'eau salée communiquant avec le pôle négatif, on observe, outre des sillons lumineux et des jets abondants de vapeur, un violent remous du liquide, formant une sorte de *mascaret* électrique, qui élève l'eau à la hauteur de

Fig. 2.

Fig. 3.



1 ½ centimètre au-dessus de son niveau (*fig.* 2). Si le flux rencontre sur certains points des inégalités de résistance, il peut se diviser et faire naître deux ou trois monticules aqueux, comme l'indique la *fig.* 3. En même temps, le long du fil de platine placé horizontalement, se dépose un chapelet de gouttelettes de vapeur condensée, qui se meuvent vers l'extrémité du fil positif (*fig.* 2).

» Cette expérience prouve que le flux électrique peut, d'une part, repousser et soulever des masses liquides comme un souffle ou un vent impétueux, et, d'autre part, entraîner les gouttelettes aqueuses des nuages vers la terre, de façon à favoriser la formation ou l'entretien d'une trombe.

» Les effets d'aspiration sont surtout mis en évidence dans l'expérience suivante que j'ai déjà eu l'occasion de mentionner, et qui, répétée de nouveau avec un courant plus intense, montre d'une manière frappante l'ascension d'une colonne liquide sous l'influence de l'écoulement de l'électricité dynamique.

» Si l'on introduit le fil positif dans un tube capillaire, à une certaine distance de l'orifice inférieur, le liquide s'élève rapidement à 25 ou 30 centimètres de hauteur, et retombe en nappe sillonnée de traits brillants et de jets de vapeur (*fig.* 4). On constitue ainsi une *pompe voltaïque*, dans laquelle le vide formé résulte de la production et de la condensation de la vapeur autour de l'électrode. Les effets lumineux observés à l'extérieur du tube proviennent de ce que le flux électrique s'écoule à la fois par la partie supérieure et la partie inférieure.

» On conçoit donc que, dans les trombes qui offrent souvent une apparence tubulaire, le passage de l'électricité détermine des effets d'aspiration très-énergiques, qui, s'exerçant sur toute la longueur de la colonne électrisée, peuvent élever l'eau à une hauteur indéfinie et font désigner aussi ces météores sous le nom de *pompe* ou de *siphon*, dans certaines parties du monde. L'eau aspirée peut provenir des parois du canal vaporeux lui-même, et l'on s'expliquerait ainsi l'observation faite sur l'absence de sel dans l'eau retombant des trombes marines.

» Les travaux de Peltier ont déjà montré les analogies des trombes avec les effets de l'électricité statique; mais les phénomènes présentés par de forts courants d'électricité dynamique, réunissant à la fois la *quantité* et la *tension*, semblent se rapprocher plus encore des conditions de la nature, et je crois pouvoir conclure de cette nouvelle étude expérimentale que les trombes sont de puissants effets électrodynamiques produits par les forces combinées de l'électricité atmosphérique et du magnétisme terrestre. »

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur le spectre de l'azote et sur celui des métaux alcalins dans les tubes de Geissler.* Note de M. G. SALET, présentée par M. Wurtz.

« M. Schüster a publié en 1872 ce fait important, que l'azote, chauffé dans un tube de Geissler avec du sodium métallique, cesse de donner le

spectre cannelé caractéristique. Il a décrit les raies lumineuses qu'on obtient dans ce cas et les a attribuées à l'azote pur, le spectre de bandes étant, dans son opinion, celui d'un oxyde de l'azote, composé détruit par le métal alcalin. Plus tard, des doutes se sont élevés sur la valeur de ces conclusions; car, les expériences ayant été répétées, on a bien vu les cannelures s'évanouir après l'action du sodium, mais elles étaient remplacées par divers spectres dont aucun n'appartient réellement à l'azote, de sorte qu'après sa purification ce gaz ne pouvait plus être décelé par l'analyse prismatique. J'ai fait remarquer aussi que le composé chimique qui se forme en réalité par l'action de l'oxygène sur l'azote est le peroxyde d'azote, corps très-stable et dont le spectre ne coïncide aucunement avec celui dont il s'agit d'expliquer l'apparition.

» Je me propose de démontrer aujourd'hui : 1° que l'on peut produire le spectre cannelé avec de l'azote chauffé au contact du sodium; 2° que la disparition du spectre de l'azote est due à celle de l'azote lui-même, lequel est absorbé intégralement par le sodium sous l'influence de l'effluve électrique; 3° enfin que le spectre décrit par M. Schüster doit très-probablement être attribué aux vapeurs du métal alcalin.

» 1. Il serait trop long de rapporter ici la série des expériences qui m'ont amené à ces conclusions. Je citerai seulement les plus décisives. J'ai fait souffler par M. Alvergniat un tube de verre dur, bouché aux deux bouts, de 12 centimètres de longueur et de 2 centimètres de diamètre. On a disposé à une des extrémités de ce tube deux électrodes d'aluminium séparées par une distance d'un centimètre environ. A l'autre extrémité, on a soudé une tubulure présentant un renflement. Dans ce renflement on a introduit un petit morceau de sodium, puis la tubulure a été soudée à la pompe à mercure. Le vide étant fait dans l'appareil, on a chauffé le sodium, celui-ci s'est boursouflé et a bouilli pendant longtemps, en perdant de l'hydrogène; puis il a cessé de bouillir, et, à une température plus élevée, s'est volatilisé lentement. On a alors séparé l'appareil de la machine avec un trait de chalumeau, et l'on a amené le globule de sodium liquide et brillant dans le tube à expérience. Après le refroidissement, on a séparé le renflement et soudé le tube directement à la machine. On a alors recommencé l'épuisement, volatilisé le sodium, en ayant soin que la condensation de la vapeur métallique ne se fît que dans la moitié du tube qui ne portait pas d'électrodes, et l'on a laissé rentrer de l'azote pur et sec. On a fait le vide de nouveau jusqu'à trois fois sur l'azote, en ayant soin à chaque fois de volatiliser le métal alcalin; enfin on a fermé l'appareil en y laissant une

pression voisine de 5 millimètres. On a pu alors fondre les globules, les réunir et les volatiliser de nouveau jusqu'à douze fois au contact de la même masse de gaz, sans que l'apparence de l'étincelle éclatant entre les électrodes ait été le moins du monde modifiée. On s'est servi de la machine de Holtz ou d'une bobine additionnée d'une bouteille de Leyde : l'espace interpolaire était violet rosé et donnait le spectre cannelé avec la plus grande netteté. Lorsqu'on emploie l'étincelle disruptive de la machine de Holtz, le jet de flamme violet rosé, qui donne le spectre cannelé, est instantané; on peut s'en assurer par une méthode fort simple : on regarde ce jet lumineux à travers la roue de verre de la machine sur laquelle on a tracé à l'encre de petits points noirs; or ces points noirs apparaissent avec une netteté parfaite même lorsque la manivelle fait 60 tours à la minute. On peut en déduire que la décharge ne dure pas *un trente-millième* de seconde.

» 2. On peut amener facilement par volatilisation le sodium aux environs des électrodes. Il se présente alors, comme toujours, sous l'aspect de globules brillants d'un blanc d'argent très-pur; mais, si l'on vient à faire fonctionner le tube, les portions soumises à l'action du jet de feu se ternissent aussitôt. L'aspect métallique disparaît complétement et la surface du sodium devient d'un noir brunâtre. En même temps, on voit se produire dans l'apparence du jet électrique les changements qu'amène une raréfaction plus grande. Si l'on renouvelle la surface du sodium, l'action continue, et le spectre de l'azote disparaît bientôt complétement; la lumière est jaunâtre et due, pour la plus grande partie, au sodium : je dis *pour la plus grande partie*, car, dans ces conditions d'un vide presque absolu, on aperçoit toujours dans le spectre des traces de raies étrangères attribuables aux impuretés des électrodes et de la surface interne du verre. Dans ce cas, le tube, étant froid, ne laisse plus passer l'étincelle de la bouteille de Leyde.

» J'ai fait une expérience directe pour manifester cette absorption de l'azote par le sodium sous l'influence de l'électricité. J'ai fait construire un tube semblable au précédent, mais portant un baromètre tronqué, et j'y ai introduit de l'azote à la pression de 27 millimètres. L'absorption du gaz était assez sensible pour qu'on pût suivre de l'œil l'ascension de la colonne mercurielle; au bout de quelques minutes, après avoir renouvelé deux fois la surface du sodium, on ne pouvait plus trouver de différence entre le niveau du mercure dans les deux branches du manomètre.

» J'ai, de plus, cherché à caractériser chimiquement cette absorption : j'ai brisé un tube et traité par l'eau séparément une portion du sodium

resté brillant et une portion du sodium altéré par l'électricité. Dans les deux solutions, j'ai versé du réactif de Nessler (iodargyrate de potassium, avec excès de soude). Une des deux liqueurs a jauni fortement : c'était celle où l'on avait projeté le sodium altéré; l'autre n'a pas changé d'aspect. Il s'était donc formé sous l'influence de l'électricité de l'azoture de sodium, décomposable par l'eau avec production d'ammoniaque. Ce corps ne prend naissance qu'à une température supérieure au rouge, comme l'azoture de magnésium, ou même ne se produit directement à aucun degré de chaleur, comme l'ammoniaque. Je me propose de le préparer et de l'analyser ultérieurement. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur des dérivés nouveaux de l'anéthol.* Note de M. **Fr. Landolph**, présentée par M. Berthelot.

« I. *Réaction de la potasse alcoolique sur l'hydrure d'anéthol.* — J'ai obtenu, par l'action de l'acide nitrique sur l'essence d'anis cristallisable, un composé particulier $C^{10}H^{16}O$, que j'ai appelé *hydrure d'anéthol.* Ce corps offrant la composition du camphre, je l'ai traité par la potasse alcoolique pour essayer d'obtenir un isomère du camphre de Bornéo.

» On fait réagir en vase clos la potasse alcoolique pure à 10 degrés B. pendant vingt-quatre heures et à la température de 185 degrés sur l'hydrure d'anéthol. On reprend par l'eau le produit; la partie insoluble dans l'eau, reprise par l'éther, est un corps visqueux parfaitement limpide. Il a une odeur des plus caractéristiques, qui rappelle celle du moisi d'une manière frappante. Il est plus léger que l'eau; il bout exactement à 198 degrés, et cristallise facilement à zéro en fines aiguilles rayonnantes; les cristaux fondent de 18 à 19 degrés. La potasse ne le dissout pas. La composition centésimale est voisine de la formule $C^{10}H^{18}O$, qui est celle d'un alcool campholique.

	I.	II.	Calculé.
C..........	76,88	77,09	77,92
H..........	11,79	11,75	11,70

» La formule $C^{9}H^{16}O$ exigerait

C........ 77,14, H........ 11,43

Je reprendrai prochainement l'étude de ce dérivé intéressant.

» II. *Réaction du perchlorure de phosphore sur l'anéthol.* — Cette réaction se fait avec un léger excès de perchlorure de phosphore. Il est absolument nécessaire de chauffer pendant cinq à six heures, sans quoi la transformation reste incomplète. Pendant la durée de la réaction, le dégagement d'a-

cide chlorhydrique est peu considérable, tandis qu'en distillant le liquide obtenu à feu nu, l'acide chlorhydrique se dégage par torrents.

» On obtient ainsi un liquide très-limpide qui représente en poids les deux tiers de l'essence employée. Ce dérivé chloré dégage, à chaque distillation nouvelle, de faibles quantités d'acide chlorhydrique; mais, par des rectifications successives et des lavages réitérés avec une solution étendue de soude, on arrive à enlever toute trace d'acide libre. Sa composition répond à la formule suivante: $C^{10}H^{11}ClO$.

	I.	II.	III.	IV.	V.	Calculé.	
C...	65,11	65,25	65,09	64,96	Cl. 19,73	C. 65,75	Cl. 19,45
H...	6,12	6,26	6,30	6,15		H. 6,03	

c'est donc de l'anéthol monochloré.

» Ce produit bout de 228 à 230 degrés. Il brûle avec une flamme fuligineuse. Il a une odeur légèrement irritante, quoique assez agréable. Sa densité est de 1,191 à 20 degrés. (La densité de l'anéthol à la même température est de 0,984). Il se prend en une masse cristalline dans un mélange réfrigérant. Cette masse cristalline fond de 4 à 3 degrés au-dessous de zéro. Voici l'équation génératrice de ce dérivé :

$$C^{10}H^{12}O + PCl^5 = C^{10}H^{11}ClO + PCl^3 + HCl.$$

» Il paraît cependant se former tout d'abord un dérivé d'addition de la formule suivante, $C^{10}H^{12}Cl^2O$, lequel, sous l'influence de la chaleur, se décomposerait en HCl et en $C^{10}H^{11}ClO$. L'existence de ce dérivé est rendue fort probable par le dégagement abondant d'acide chlorhydrique qui se manifeste à la distillation du produit brut de la réaction.

» III. *Réaction de la potasse alcoolique sur l'anéthol monochloré.* — L'anéthol monochloré est transformé facilement par la potasse alcoolique en deux produits de condensation, analogues à ceux que l'on obtient avec le même réactif sur l'anéthol.

» Le produit principal, insoluble dans l'eau et la potasse, qui prend naissance dans cette réaction, est un liquide limpide, d'une consistance légèrement huileuse. Il a une odeur éthérée très-agréable et qui rappelle tant soit peu l'odeur de moisi, caractéristique pour le produit de transformation de l'hydrure d'anéthol. Il bout de 268 à 270 degrés. La masse totale passe à la première distillation, de 265 à 275 degrés. Il ne se congèle pas dans un mélange réfrigérant, donnant 35 degrés au-dessous de zéro.

» La composition centésimale répond à la formule suivante, $C^{16}H^{20}O^2$,

que je donne sous toute réserve :

	I.	II.	III (1).	Calculé.
C.....	74,04	73,90	74,39	73,85
H.....	8,19	8,21	8,48	7,70

» Le deuxième produit de condensation, soluble dans la potasse, est un phénol très-difficile à purifier et que j'ai obtenu à l'état liquide. Le produit précédent se transforme complétement à la suite de plusieurs traitements avec la potasse alcoolique en ce nouveau dérivé. Il donne un sel de potasse solide; mais la petite quantité de phénate impur que j'ai obtenu ne m'a pas permis d'en faire une analyse. Je reprendrai plus tard son étude.

» IV. *Éther acétique du diphénol.* — Afin de contrôler la formule donnée dans mon premier Mémoire (*Comptes rendus*, 12 juillet 1875), pour le second produit de condensation de l'anéthol, j'en ai préparé l'éther acétique par la réaction de l'acide acétique anhydre. Je n'ai obtenu qu'un éther mono-acétique; l'éther diacétique ne paraît prendre naissance que difficilement.

» Il se présente sous forme d'une résine de couleur rouge jaunâtre. Réduit en poudre, il est d'une couleur presque blanche. Son point de fusion se trouve vers 40 degrés. Il a une odeur éthérée très-agréable.

» Sa composition centésimale donne : $C^{16}H^{18}O^{3}$.

	I.	II.	III.	Calculé.
C.....	74,15	74,38	74,32	74,47
H.....	7,22	7,01	7,17	6,98

» Ce travail a été fait au laboratoire de M. Berthelot, au Collége de France. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la synthèse du noir d'aniline.* Deuxième Note de M. **J.-J. Coquillion**, présentée par M. Chevreul.

« J'ai indiqué, dans un travail précédent, comment j'obtiens le noir d'aniline par l'électrolyse de ses sels; M. Rosenstiehl, dans une Note récente (2), a émis des idées qui viennent confirmer mes observations, et a montré que

(1) Point d'ébullition de 265 à 275 degrés.

(2) M. Rosensthiel a adressé à l'Académie, au sujet du noir d'aniline, une Note renfermant une réclamation, l'histoire des travaux dont ce noir a été l'objet, enfin de nouvelles études qui lui sont personnelles. Cette Note, devant trouver place dans un numéro prochain des *Annales de Chimie et de Physique*, a fait seulement l'objet d'une courte analyse dans les *Comptes rendus*. (*Note du Secrétaire perpétuel.*)

le fait a une certaine importance; antérieurement déjà M. Goppelsrœder a signalé les résultats qu'il a obtenus en oxydant directement l'aniline; j'ajouterai toutefois que j'ai observé le fait non pas seulement sur deux sels, comme l'indique M. Goppelsrœder, mais j'ai dit que le phénomène était très-général, et qu'au point de vue électrolytique on pouvait diviser les sels d'aniline en deux grands groupes : les uns qui donnent un noir résistant; c'est celui qu'emploie l'industrie; les autres qui donnent un noir de nature différente; quelques sels organiques, tels que le tartrate, ne m'ont pas paru donner de coloration.

» Les expériences que j'ai faites depuis lors n'ont fait que confirmer mes premières observations. Pour bien démontrer que le noir d'aniline pouvait s'obtenir sans métal, j'ai eu recours aux précautions suivantes. Les baguettes de charbon qui m'ont servi d'électrodes ont été soumises pendant trois heures à l'action d'un courant de chlore dans un tube de porcelaine chauffé au rouge; je les ai fait bouillir ensuite dans l'acide azotique, puis de nouveau elles ont subi l'action du chlore; après quoi j'ai lavé ces charbons avec de l'eau distillée; ils devaient dès lors être regardés comme purs, les parcelles de métaux qu'ils pouvaient contenir avaient disparu. Ces charbons avaient une longueur de 1 décimètre; pour opérer l'électrolyse, je les ai enroulés à leur partie supérieure autour de deux fils de platine, reliés aux deux éléments de Bunsen qui m'ont servi dans mes expériences; aussitôt que l'extrémité inférieure était plongée dans le sel d'aniline, l'électrode du pôle positif se recouvrait de noir, tandis qu'au pôle négatif se dégageait de l'hydrogène. Il me paraît donc hors de doute que le noir d'aniline peut se produire sans l'action d'aucun métal. Ce fait démontré, voyons quels sont les sels qui peuvent donner le noir d'aniline, au point de vue théorique comme au point de vue industriel. Le chlorhydrate et le sulfate d'aniline me semblent seuls pouvoir donner industriellement le noir; j'ai dit comment ces deux sels, soumis à l'électrolyse, donnaient au bout de vingt-quatre heures une masse pâteuse qui entourait le pôle positif; cette masse, lavée et desséchée, est soluble dans l'acide sulfurique concentré; elle présente une teinte d'un noir violacé, analogue à la dissolution de violaniline dans le même acide; mais, si l'on ajoute de l'eau au noir en dissolution, on voit aussitôt se précipiter une masse verdâtre, ce qui n'a pas lieu pour la violaniline. C'est là un caractère important, qui m'a paru caractériser le noir d'aniline; il suffit de prendre un tissu de coton teint pour obtenir cette réaction; les flocons verdâtres peuvent redevenir noirs en neutralisant l'acide par l'ammoniaque ou la potasse.

» Deux autres sels d'aniline, l'arséniate et le phosphate, ou plutôt un mélange des phosphates, m'ont également donné le noir; mais avec deux éléments de Bunsen l'opération est lente et difficile, la dissolution de ces sels est sirupeuse; au bout de douze heures, on n'obtient que de petites quantités d'un noir également soluble dans l'acide sulfurique concentré où il présente une teinte rouge violacé; en y ajoutant de l'eau, on voit également des flocons verdâtres qui se précipitent. Les teintes ne paraissent pas toutefois être identiques à celles du chlorhydrate et du sulfate.

» L'industrie ne devra pas, je crois, s'adresser à ces sels pour obtenir le noir d'aniline.

» Le noir à l'azotate d'aniline, aussi bien que le noir à l'acétate, ne présentent pas cette réaction; leur constitution moléculaire doit être différente.

» Quelles sont les conclusions à tirer de ces nouvelles expériences? Au point de vue théorique, on voit qu'on a pu former directement par synthèse le noir d'aniline, et que la même méthode pourra sans doute réaliser des synthèses analogues; au point de vue pratique, les conséquences ont aussi leur importance. J'ai dit que, pour la réussite de l'opération, la dissolution devait être concentrée; l'industriel devra donc ajouter le moins d'eau possible : il devra se tenir dans des limites que l'expérience lui indiquera facilement. Les autres lois de l'électrolyse ont aussi leur application. Toute cause qui tend à écarter les molécules aide à la réaction; une température plus élevée sera donc favorable; mais, pour que la teinte soit uniforme, la température devra l'être aussi. Une diminution de pression aura un effet analogue; l'industriel devra donc se garder d'employer, comme on l'a fait au début, des tambours en fonte, où les gaz de la réaction ne trouvant pas d'issue agissent par pression pour empêcher la formation du noir. Ces remarques s'appliquent surtout à la teinture par immersion.

» C'est ainsi qu'une question purement théorique nous conduit à des résultats pratiques qui ont leur importance.

» J'aurai bientôt l'occasion de parler de la constitution de composés. »

NÉVROLOGIE. — *Trajet des cordons nerveux qui relient le cerveau à la moelle épinière.* Note de MM. C. SAPPEY et M. DUVAL, présentée par M. Ch. Robin.

« Trois cordons forment la substance blanche de la moelle épinière. Les observateurs, jusqu'à présent, n'avaient pas réussi à les suivre à travers le

bulbe rachidien et la protubérance annulaire. Nos études nous ont permis de combler cette lacune.

» Des trois cordons qui forment la substance blanche, l'un est *antéro-interne;* il a pour limite, en dedans, le sillon médian antérieur de la moelle, et en dehors la corne antérieure. Le second, beaucoup plus volumineux, répond à la partie antérieure de cette corne et remplit en outre tout l'espace qui la sépare de la corne postérieure : c'est le *cordon antéro-latéral.* Le troisième, ou *cordon postérieur,* s'étend dans le sens transversal de la corne précédente au sillon médian postérieur.

» Le cordon antéro-interne s'entre-croise avec celui du côté opposé sur toute la longueur de la moelle; il prend ainsi une part fort importante à la formation de la commissure antérieure. Dans le bulbe rachidien et la protubérance, les deux cordons antéro-internes deviennent indépendants et se déplacent, de telle sorte que, antérieurs sur la moelle, ils occupent dans le bulbe sa partie centrale, puis répondent bientôt à sa face postérieure. Devenus postéro-supérieurs, ils poursuivent leur trajet ascendant, traversent la protubérance, puis les pédoncules cérébraux, et se jettent dans les couches optiques.

» Les cordons antéro-latéraux s'entre-croisent au niveau du collet du bulbe. L'entre-croisement, bien connu, qu'on observe sur ce point est exclusivement formé par ces cordons. Il se produit de la manière suivante : les deux cordons antéro-latéraux s'inclinent l'un vers l'autre, pour se porter en dedans, en avant et en haut ; mais leur entre-croisement ne s'opère pas en masse : il s'effectue par couches successives et alternatives qui s'étagent de bas en haut. Les couches les plus internes se rapprochent du canal central, puis échancrent les cornes antérieures au niveau de leur continuité avec la commissure grise. D'autres couches s'ajoutent aux précédentes, se rapprochent plus encore du plan médian et agrandissent l'échancrure ; les plus élevées l'achèvent, et bientôt les deux cornes se trouvent complétement décapitées. Après leur entre-croisement, les deux cordons montent parallèlement sur les côtés de sillon médian antérieur, celui de droite occupant le côté gauche du sillon, et réciproquement, au premier aspect, on pourrait croire qu'ils constituent la totalité des pyramides antérieures; mais un examen plus attentif démontre bien clairement qu'ils en forment seulement la partie superficielle : cette partie superficielle, nous l'appellerons *portion motrice* des pyramides.

» En s'entre-croisant et se prolongeant pour constituer la portion motrice des pyramides, les deux cordons antéro-latéraux écartent les cordons

antéro-internes, les rejettent d'abord à droite et à gauche, puis bientôt les recouvrent entièrement. Ces derniers, qui à la partie inférieure du bulbe s'avançaient jusqu'à la périphérie, se trouvent donc situés plus haut, immédiatement en arrière des pyramides antérieures.

» La portion motrice des pyramides est remarquable par l'aspect fasciculé qu'elle présente. Du bulbe elle pénètre dans la protubérance, la parcourt dans toute sa longueur, s'étale ensuite largement sur la face inférieure des pédoncules cérébraux, et se porte vers les corps striés, dans l'épaisseur desquels elle pénètre.

» Les deux cordons postérieurs de la moelle, parvenus au-dessus de l'entre-croisement des cordons antéro-latéraux, se comportent comme ceux-ci; mais ils ne commencent à s'entre-croiser que lorsque l'entre-croisement des précédents est tout à fait terminé. On les voit alors s'infléchir en avant et se décomposer en douze ou quinze faisceaux qui décapitent la corne postérieure en traversant son extrémité profonde, et qui contournent ensuite la substance grise située au devant du canal central du bulbe, pour se porter, ceux de droite vers le côté gauche, et ceux de gauche vers le côté droit. Ainsi entre-croisés, les deux cordons postérieurs forment d'ailleurs un large raphé triangulaire, à base postérieure; mais bientôt le raphé s'allonge d'arrière en avant, en passant entre les cordons antéro-internes qu'il sépare, et revêt alors la figure d'un rectangle dont l'extrémité antérieure, sur les coupes horizontales, s'applique à la portion motrice des pyramides. Dès que le raphé revêt cette figure, son extrémité extérieure se divise, et les deux branches résultant de sa division s'adossent aux pyramides. A mesure que l'entre-croisement se complète, la partie antérieure du raphé prend plus d'importance; elle s'élargit et s'épaissit, et, lorsque cet entre-croisement est terminé, les deux cordons postérieurs se trouvent appliqués à la portion motrice des pyramides, dont ils forment alors la couche profonde : cette couche profonde, d'un aspect très-différent de celui que nous offre la couche superficielle, constitue leur *portion sensitive*.

» Les cordons postérieurs conservent par conséquent dans le bulbe la situation qu'ils occupaient sur la moelle à l'égard des cordons latéraux. Ils sont d'abord immédiatement appliqués à ceux-ci; mais, au niveau de la base du bulbe, ils tendent à en devenir indépendants, et, en parcourant la protubérance et les pédoncules cérébraux, ils s'en écartent de plus en plus, et en même temps ils se modifient si notablement dans leurs formes qu'ils deviendraient bientôt méconnaissables si on ne les suivait pas à pas dans toute l'étendue de leur trajet.

» Au niveau de la base du bulbe, la portion motrice des pyramides est déjà entourée de noyaux aplatis, de substance grise. L'un de ces noyaux répond à la partie profonde du sillon antérieur du bulbe; il revêt la figure d'un triangle dont le sommet s'enfonce à la manière d'un coin entre la portion motrice et la portion sensitive des pyramides. A mesure que ces deux portions s'avancent dans la protubérance, le coin qui tend à les séparer s'avance aussi de plus en plus entre l'une et l'autre; vers le tiers inférieur de la protubérance, il les sépare complétement; entre les deux portions primitivement contiguës, il existe alors une couche de substance grise, et, celle-ci s'épaississant de plus en plus, ces deux portions s'éloignent et changent d'aspect; la portion sensitive surtout se modifie considérablement : elle s'aplatit et s'allonge dans le sens transversal, puis s'amoindrit, s'épaissit en dehors et devient de plus en plus externe. Sur les pédoncules cérébraux, elle répond à la partie externe de ceux-ci; on peut la suivre jusqu'aux couches optiques dans lesquelles elle pénètre avec les cordons antéro-internes. »

EMBRYOLOGIE. — *Note sur l'embryogénie de la* Salmacina Dysteri, Huxley; par M. A. Giard.

« L'œuf ovarien de la *Salmacina Dysteri* présente une vésicule transparente renfermant, outre le nucléole, un fin réseau de protoplasma analogue à celui qui a été décrit par O. Herwig, chez le *Toxopneustes lividus;* j'ai observé le même réticulum dans le noyau ovulaire de la *Lamellaria perspicua.* L'œuf pondu demeure en incubation sous le manteau de l'adulte et y subit les premières phases de son évolution. Cet œuf possède un vitellus d'un beau rouge-groseille et une membrane vitelline bien nette. Après la fécondation, la vésicule germinative cesse d'être visible, et l'on voit apparaître, en un point de la surface de l'œuf, une tache circulaire finement granuleuse, en face de laquelle on observe deux globules polaires. Ces derniers indiquent le pôle de l'œuf où se produiront plus tard les éléments exodermiques. La tache disparaît à son tour, et l'œuf subit un pincement moins accentué du côté où se trouvait la tache, que de l'autre côté. Vers le sommet de chacune des deux moitiés de l'œuf, du côté où la séparation est le mieux marquée, on voit des étoiles semblables à celles qui ont été décrites par Flemming dans la segmentation de l'œuf de l'Anodonte, et par d'autres auteurs chez un grand nombre d'animaux. Bientôt il se forme, à la place des étoiles, des noyaux situés dans la partie supérieure des globes devenus

parfaitement sphériques. Chaque noyau est entouré d'une zone assez étendue de vitellus formateur finement granuleux. L'œuf se divise ensuite en quatre sphères égales, dont deux se touchent, séparant les deux autres et formant ainsi une croix. Au stade 8, les éléments plastiques se disjoignent d'avec les éléments nutritifs et donnent naissance à quatre petites sphères, situées dans un plan supérieur aux quatre sphères mixtes et alternant avec ces dernières. Les quatre petites sphères sont les premiers rudiments de l'exoderme ; le pôle où elles sont situées correspond au côté ventral du futur embryon.

» Entre le fractionnement de l'œuf de la *Salmacina* et celui qui a été décrit chez d'autres Annélides par Claparède, Metschnikoff et Haeckel, la différence est la même qu'entre la segmentation de l'œuf de nombreux Éolidiens (*Éolis aurantiaca*, A. et H. par exemple) et celle de *Purpura lapillus* (Selenka), où celle de *Brachionus* (Salesky). La multiplication des éléments exodermiques est beaucoup plus rapide que celle des sphères nutritives; ces dernières augmentent cependant en nombre, et la partie plastique que renferme chacune d'elles devient de moins en moins considérable. Bientôt une invagination se produit du côté nutritif, en même temps que l'épibolie des éléments exodermiques achève de constituer la *gastrula ;* le *prostoma* (*blastopore,* Ray-Lankester) est d'abord largement ouvert, mais il ne tarde pas à se rétrécir. Son contour n'est pas parfaitement circulaire; il existe, en un point, une échancrure qui se continue par un sillon de l'exoderme. Ce sillon s'étend à peu près sur le tiers de la surface de l'œuf ; il se ferme rapidement, englobant ainsi des éléments exodermiques dans la partie ventrale de l'embryon. Le *prostoma* se voit encore, après la disparition du sillon, à l'extrémité inférieure de l'embryon, dans le voisinage du point où se formera plus tard l'anus définitif. A partir de ce moment, l'œuf s'allonge suivant un axe passant par le centre, et le *prostoma*. La cavité de segmentation est de plus en plus visible entre l'exoderme transparent et l'exoderme rouge foncé.

» L'embryon prend ensuite la forme *trochosphæra :* de chaque côté de la partie antérieure, deux cellules de l'exoderme donnent naissance à des cristallins, bientôt entourés à leur base d'un pigment rouge. Vers le tiers antérieur, il se fait autour des corps une invagination des cellules cylindriques de l'exoderme. Les cellules invaginées deviennent plus réfringentes, contractiles ; puis, l'invagination se retournant, elles réapparaissent munies de longs flagellums. C'est alors que l'embryon sort de l'œuf; mais, tandis que, chez certains Annélides (*Phyllodoce*, par exemple) la *trocho-*

sphère nage librement dans l'eau, chez la *Salmacina* l'embryon à ce stade reste encore sous le repli maternel, et ce n'est qu'en brisant les *cormus* qu'on peut suivre ces premières phases du développement; l'embryon est légèrement courbé sur lui-même, la partie convexe (dorsale) renferme les éléments nutritifs; la bouche se forme du côté ventral, un peu au-dessous de la ceinture vibratile. La partie embryonnaire, supérieure à la ceinture, se différencie en une tête arrondie ne renfermant plus d'éléments endodermiques.

» La larve, au moment où elle quitte le tube maternel pour nager librement, possède les parties suivantes : 1° une tête arrondie, renfermant les quatre yeux, et munie à la partie antérieure de trois cils roides ; 2° une partie cervicale plus étroite que la tête, portant à la ceinture de longs flagellums, au-dessous desquels se trouvent d'autres cils plus petits et plus nombreux, et du côté ventral la bouche, dont l'ouverture circulaire est aussi bordée de cils vibratiles; 3° le manteau, formé par un repli de l'exoderme, qui descend comme un tablier sur la partie ventrale et se relève du côté du dos en deux sortes d'épaulettes: la tête et le cou peuvent se cacher en partie sous ce repli exodermique ; 4° sous le manteau, et en partie cachée par lui, du moins du côté ventral, se trouve une portion du corps aussi large que la tête, et que j'appellerai la *portion thoracique,* parce qu'elle représente le thorax de l'animal adulte ou plutôt les trois premiers anneaux de ce thorax. Cette partie porte trois paires de faisceaux de soies. Chaque faisceau renferme deux soies; les soies des premiers faisceaux sont dissemblables. A la base de la seconde et de la troisième paire de faisceaux, on aperçoit des glandes (deux pour chaque faisceau) à contenu granuleux, dérivant de l'exoderme ; au dessous de la deuxième paire, se trouvent quatre crochets, (plaques unciales); au-dessous de la troisième paire, trois crochets. A l'extrémité du corps de la larve, on trouve encore, de chaque côté, un fort crochet, et dans le voisinage de l'anus deux longs cils rigides. Toute la portion ventrale antérieure du corps de l'embryon renferme de grosses cellules à noyau bien net et réfringent, à contenu finement granuleux. Ces cellules me paraissent comparables à celles qui ont été décrites dans la même situation chez l'*Hydatina senta,* et, par Ray-Lankester, chez l'embryon du *Pisidium pusillum.* »

GÉOLOGIE. — *Plissement de la craie dans le nord de la France. Deuxième partie : Disposition générale des plis ; origine de ces accidents.* Note de M. **Hébert**.

« J'ai eu l'honneur, dans la séance du 3 janvier dernier, de présenter à l'Académie un résumé sommaire de mes observations sur ceux des plissements de la craie dans le nord de la France qui sont parallèles à la direction générale de la Manche. L'application que j'en ai faite au tunnel sous-marin projeté avait uniquement pour but de donner une indication utile, mais non d'émettre un avis contraire à la possibilité de cette grande œuvre, qui mérite au plus haut point d'être encouragée.

» Indépendamment du système de plis Sud-Ouest à Nord-Est, qui a fait l'objet de ma dernière Communication, il y en a un autre, dont les bombements du Boulonnais et de l'Artois et celui du Bray sont les plus saillants. J'ai montré (1) que trois autres plis ou groupes de plis parallèles à ceux-ci accidentent le sol du nord de la France : ce sont le bombement de la vallée de la Bresle, celui de la Seine et ceux des collines du Perche. Ce système de plis croise le premier presque à angles droits. En les traçant tous deux sur une carte, comme celle que je place sous les yeux de l'Académie, on voit que le sol du nord de la France se trouve ainsi partagé par des axes anticlinaux ou des failles, en compartiments quadrangulaires.

» De la connaissance exacte de ces accidents superficiels résulte le moyen de suivre les couches souterrainement, et de connaître *a priori* la composition du sol à de grandes profondeurs.

» La forme de ces accidents indique d'une manière certaine la cause à laquelle ils sont dus. Ce sont des pressions latérales, qui ont ainsi plissé les couches dans les deux sens ; de là, des mouvements semblables, sauf pour l'intensité, à ceux qui ont produit les montagnes.

» Élie de Beaumont, dont le coup d'œil savait si bien pénétrer la structure du sol dans ses détails les plus cachés, a signalé (2) la liaison de ces deux sortes de phénomènes. L'illustre géologue avait annoncé qu'il aurait occasion de revenir sur ce sujet à propos du terrain crétacé ; mais d'autres études l'ont détourné de cette question.

» Il y avait là, en effet, un sujet de recherches presque inépuisable, qui depuis longtemps a vivement sollicité mon attention. J'ai eu plusieurs fois

---

(1) *Bulletin de la Société géologique de France*, 2e série, t. XX, p. 612 et 615 ; t. XXIX, p. 446 et 533 ; 3e série, t. III, p. 512.

(2) *Explication de la carte géologique de France*, t. II, p. 621.

l'occasion d'en soumettre les résultats à l'Académie, notamment en 1851, sur les mouvements de la fin de la période crétacée et du commencement de la période tertiaire; et en 1856, sur ceux de la période jurassique.

» Les lignes de repères sont si nombreuses dans les terrains jurassiques, et si nettement caractérisées par leurs fossiles, qu'il était, jusqu'à un certain point, facile de suivre les positions affectées successivement par chaque dépôt et d'en conclure les changements orographiques.

» Il n'en était pas de même pour les terrains crétacés, et surtout pour la craie blanche, qui ne constituait alors qu'un grand ensemble, dont les divisions, fondées sur les caractères minéralogiques, n'avaient rien de constant.

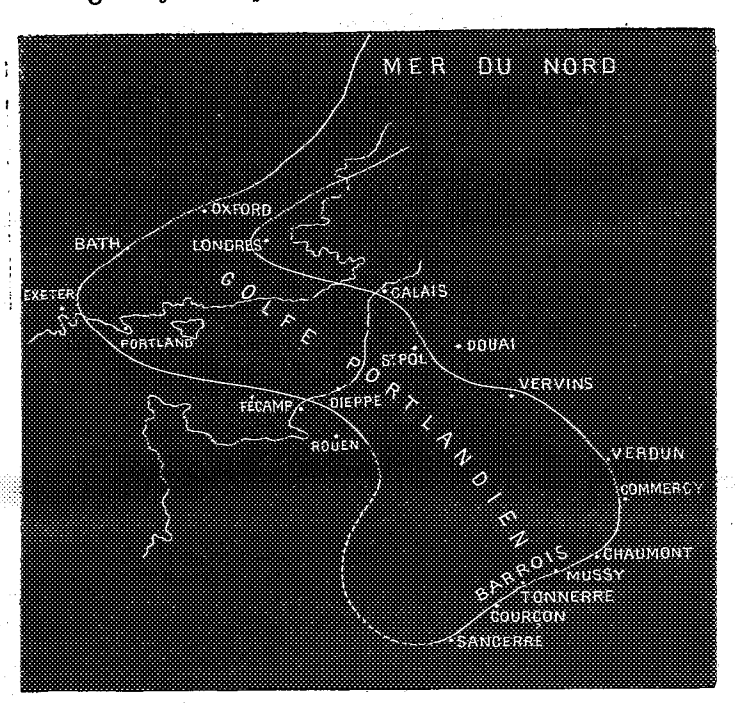
» Mon premier soin a donc été de faire l'analyse de ce puissant dépôt, et je suis arrivé à le diviser en un assez grand nombre d'assises distinctes.

» Il m'a été possible, dès lors, de suivre chacune de ces assises, de constater qu'elles ne couvrent pas les mêmes surfaces, et d'en conclure la retraite ou l'empiétement de la mer, c'est-à-dire les mouvements du sol.

» Dès 1863, j'ai vu qu'une grande partie de ces mouvements se traduisait en plis ou en bombements. Ce résultat a ceci de remarquable, que rien de pareil ne s'était produit dans la même région pendant la période jurassique. Les mouvements de cette période consistent, en effet, en simples oscillations par suite desquelles le sol, dans son ensemble et sans déplacement relatif apparent de ses parties, s'affaissait ou s'exhaussait par rapport au niveau de l'Océan. On peut ajouter que les choses se sont passées ainsi dans tout le nord de l'Europe. Par suite de ces affaissements ou de ces exhaussements, le golfe jurassique anglo-parisien augmentait ou diminuait d'étendue; ses communications avec les mers voisines, océan Atlantique, golfe germanique ou golfe méditerranéen, pouvaient se trouver interrompues; mais sa forme générale restait la même.

» Ce golfe qui, pendant la dernière partie de la période, à l'époque portlandienne, ne communiquait, ainsi que le montre le diagramme ci-joint, qu'avec la mer du Nord, était formé de deux dépressions se réunissant à angle droit suivant une ligne dirigée de Londres vers Exeter. L'une de ces dépressions, allongée du nord-ouest au sud-est, s'étendait de Bath au Barrois (Bar-sur-Aube); elle coupait l'emplacement actuel de la Manche entre Fécamp et Calais, seule portion alors immergée, le reste faisant partie du continent dans lequel pénétrait ce long golfe; l'autre dépression, servant de canal de communication avec la mer du Nord, avait son axe dirigé du sud-ouest au nord-est.

» Depuis l'infra-lias, premier dépôt de la période jurassique, cette communication n'avait jamais été interrompue, et le golfe parisien avait toujours été une dépendance de la mer du Nord. Il n'en est plus ainsi pendant la période crétacée. Les mouvements *généraux* d'oscillations continuent; mais en même temps les rivages du golfe, en se rapprochant, forcent les couches qui en constituent le fond à se plisser plus ou moins fortement, ou même à se briser, et les plis ainsi formés se trouvent parallèles aux deux directions principales du golfe jurassique.



» De l'ensemble de ces phénomènes résultent des modifications considérables dans les contours des terres émergées. Le bassin de Paris, autrefois dépendance permanente de la mer du Nord, tantôt devient, comme à l'époque du dépôt du grès du Maine ou de la craie de Villedieu, un golfe de l'Atlantique, complétement séparé de la mer du Nord par de vastes territoires émergés, tantôt même il se trouve mis à sec en totalité, comme pendant le dépôt du calcaire à hippurites.

» Il s'agit maintenant de suivre, autant qu'il est possible de le faire, ces mouvements dans leur ordre chronologique. Ce sera l'objet d'une troisième Communication, que je demande à l'Académie la permission de lui soumettre. »

M. **Larrey** présente à l'Académie, de la part de M. le Dr *de Chaumont*, chirurgien-major de l'armée anglaise, un ouvrage intitulé : « Lectures on state Medicine, etc. »

« Ce livre, dit M. Larrey, accompagné de divers tableaux graphiques, est la publication des leçons faites par l'auteur sur la *Médecine d'État*, c'est-à-dire sur l'hygiène appliquée à la santé publique sous l'autorité de l'État.

» M. de Chaumont trace d'abord l'histoire de la santé publique en Angleterre, depuis le commencement du XIXe siècle jusqu'à ce jour, en comparant le passé au présent et les difficultés des progrès accomplis. Il expose ensuite les principes de la ventilation, déjà développés par lui dans d'autres écrits, notamment dans un livre présenté par M. le général Morin à l'Académie.

» La question des eaux potables, aux points de vue de l'analyse, du transport et de la répartition; l'influence du sol sur la santé, ainsi que les moyens d'assainissement contre les émanations putrides; les effets du travail et ceux de l'alimentation, comparés; les devoirs de l'État pour préserver les femmes et les enfants d'un travail disproportionné à leurs forces et à leur nourriture, ainsi que la surveillance rigoureuse des falsifications alimentaires; l'étude de la contagion, de la propagation des maladies et des épidémies; la réfutation des théories émises sur l'origine spontanée des poisons morbifiques et l'examen des diverses causes morbides, suivant les influences diverses auxquelles l'auteur assigne des caractères distinctifs; les recherches relatives à la statistique et les moyens d'en éviter les erreurs, tel est, en aperçu, l'ensemble des questions traitées par M. de Chaumont dans cet intéressant ouvrage. »

La séance est levée à 4 heures trois quarts. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 10 janvier 1875.

Côtes de l'Algérie, dressées d'après les travaux exécutés sur les avisos à vapeur le Narval *et* le Travailleur (de 1867 à 1873); *par* M. Er. Mouchez, capitaine de vaisseau, assisté de MM. Turquet, Charnoz, Boistel, Vincent, Bonnaffé et Sellier, officiers de ces bâtiments. Paris, au Dépôt des cartes et plans de la Marine, 1871-1875; atlas grand aigle.

Théorie mécanique de la chaleur; 1^re^ partie : *Exposition analytique et expérimentale de la théorie mécanique de la chaleur; par* G.-A. HIRN; 3^e^ édition, t. II. Paris, Gauthier-Villars, 1876; 1 vol. in-8°.

Traité de Médecine de A.-C. Celse, traduction nouvelle par le D^r^ A. VÉDRÈNES; précédée d'une préface par P. BROCA. Paris, G. Masson, 1876; 1 vol. in-8°.

Mémoires et Bulletins de la Société de Médecine et de Chirurgie de Bordeaux; 1^er^ et 2^e^ fascicules, 1875. Paris, G. Masson; Bordeaux, Féret et fils, 1875; 1 vol. in-8°.

Système solaire d'après les découvertes et les principes des immortels Hipparque, Copernic, Kepler, Galilée et Newton; par FAHRNER. Schlestadt, imp. Ch. Helbig, 1875; br. in-8°.

Recherches expérimentales sur le rôle thérapeutique du suc concentré de cresson dans le traitement de la phthisie pulmonaire, des scrofules et des affections de la peau; par B. DUPUY. Bruxelles, imp. A. Mertens, sans date; br. in-8°. (Adressé par l'auteur au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, et au Concours Barbier, 1876.)

Du traitement rationnel de la période aiguë du choléra asiatique, et de ses résultats dans l'épidémie de Damas en 1875; *par* le D^r^ M. DESPREZ. Saint-Quentin, imp. du *Glaneur*, 1876; br. in-8°. (Renvoi au Concours Bréant, 1876.)

Bulletin de la Société impériale des naturalistes de Moscou, publié sous la rédaction du D^r^ Renard; année 1875, n° 1. Moscou, A. Lang, 1875; in-8°.

Ueber den einfluss der höhe der thermometer, etc.; von H. WILD. Saint-Pétersbourg, 1875; in-4°.

(A suivre.)

ERRATA.

(Séance du 3 janvier 1876.)

Page 84, ligne 6, *au lieu de* $1,3 - 2,1x$, *lisez* $1,3 + 2,1x$.
» ligne 17, *au lieu de* trouvée, *lisez* traversée.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 JANVIER 1876.

PRÉSIDENCE DE M. LE VICE-AMIRAL PÂRIS.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE. — *De la décomposition de l'eau par le platine.* Note de MM. **H. Sainte-Claire Deville** et **H. Debray.**

« I. Lorsque l'on chauffe, dans un tube de verre porté à 500 ou 600 degrés, du cyanure de potassium dans le voisinage d'une nacelle pleine d'eau tiède, le vide ayant été fait à l'avance, la pression s'élève au plus à $\frac{1}{2}$ atmosphère, et se maintient constante pendant plusieurs heures; mais, si l'on a mêlé avec le cyanure de potassium de la mousse de platine, il se dégagera de grandes quantités d'hydrogène, et il se formera du cyanure double de platine et de potassium.

» L'hydrogène n'est pas pur ou simplement accompagné d'ammoniaque (1); il contient, en outre, de $4\frac{1}{2}$ à 12 pour 100 d'oxyde de carbone.

(1) Le cyanure de potassium, sous l'influence de l'eau, se transforme en formiate de potasse et ammoniaque

$$C^2AzK + 4HO = C^2O^3KO + AzH^3.$$

Quand on dépasse le rouge sombre, il se sublime même du carbonate d'ammoniaque (1).

» La formule suivante représente la réaction principale

$$2KCy + 2HO + Pt = PtCy, CyK + KO, HO + H.$$

On peut donc dire, en employant le langage usité, que le platine décompose l'eau sous l'influence du cyanure de potassium ; mais cette expression ne suffit pas pour caractériser le phénomène que nous étudions. Il convient, pour en avoir une notion précise, de tenir compte des quantités de chaleur mise en jeu dans la réaction.

» 1° 1 équivalent de cyanure de potassium, en se décomposant, absorbe, d'après M. Berthelot.......... $86^{cal},7$ (2)

» 1 équivalent d'eau en vapeur exige pour se décomposer, d'après MM. Favre et Silbermann.......... 28,8

» La quantité de chaleur absorbée pendant la réaction est donc.......... 115,5

» 2° La quantité de chaleur dégagée par la combinaison du potassium avec 1 équivalent d'oxygène et 1 équivalent d'eau en vapeur est, en combinant les résultats obtenus par MM. Favre et Silbermann, Berthelot et Thomsen, égale à.......... $75^{cal},5$

» Il suffit donc, pour que la chaleur dégagée surpasse la chaleur absorbée, que le platine, en se combinant avec le cyanogène et le cyanure de potassium, dégage plus de 40 calories ($40 = 115,5 - 75,5$). Dans les mêmes circonstances (à la différence près des formules), le fer, d'après M. Berthelot, produit 67 calories en se combinant avec le cyanogène et le cyanure de potassium. Or le platine déplace le fer du cyanoferrure de potassium ; on est donc amené à penser que la formation du cyanure de platine et de potassium dégage au moins 67 calories. En admettant ce chiffre, qu'il est bien difficile de contrôler par l'expérience, on aurait, pour la somme des quantités de chaleur de formation de la potasse monohydratée et du cyanure double de platine et de potassium, un nombre égal à

$$75^{cal},5 + 67^{cal} = 142^{cal},5.$$

(1) La formation de l'oxyde de carbone vérifie la formule

$$C^2AzK + 4HO = CO^2KO + AzH^3 + H + CO.$$

On y voit que 1 volume d'oxyde de carbone est accompagné de 1 volume d'hydrogène, ce qui, dans les mélanges gazeux, permet de faire la part de l'hydrogène dû à la décomposition de l'eau par le platine.

(2) L'équivalent est représenté par des grammes, et la calorie par la quantité de chaleur nécessaire pour porter de zéro à 1 degré 1 kilogramme d'eau.

La différence entre la chaleur dégagée ($142^{cal},5$) et la chaleur observée (115,5) serait donc de 27 calories.

» D'après cette analyse, on voit que la production de la potasse hydratée joue ici un rôle considérable. C'est le phénomène qui vraisemblablement développe la plus grande quantité de chaleur, et c'est lui qui est le déterminant de la réaction, pour me servir de l'heureuse expression introduite par M. Claude Bernard dans la science expérimentale.

» II. Une solution concentrée de cyanure de potassium attaque le platine à la température de l'ébullition. Une lame de platine ou la mousse de ce métal est transformée en cyanure double de platine et de potassium, avec dégagement d'hydrogène pur, dont le volume est exactement en rapport avec la quantité de platine dissous.

» Si l'on calcule, aussi exactement que possible, les nombres qui représentent les absorptions et dégagements de chaleur mise en jeu dans la réaction du platine par le cyanure de potassium dissous, on trouve, en partant des mêmes données, que la différence en faveur des quantités de chaleur dégagée est de 25 calories au lieu de 27 trouvées dans l'autre mode opératoire.

» L'attaque du platine par le cyanure de potassium et la vapeur d'eau est une expérience de cours très-intéressante : elle fournit un excellent exemple pour l'application des règles de la Thermochimie. L'un de nous ne manque pas, depuis cinq à six ans que ces faits nous sont connus, d'en développer les conséquences dans ses leçons de la Sorbonne. Elles confirment, d'une manière saisissante, les grands et nombreux travaux que M. Berthelot accomplit au grand profit de la Science expérimentale.

» III. Le cyanure de mercure dissous dans l'eau n'est pas précipité par le platine, même à l'ébullition; mais, si l'on ajoute à la liqueur un peu de cyanure de potassium, il se sépare immédiatement du mercure, qui s'allie avec le platine.

» Nous développerons, dans une prochaine Communication, nos études du même genre sur les autres métaux de la mine du platine, et les applications qu'on en peut faire à l'analyse de ces matières. »

THERMOCHIMIE. — *Action de l'acide sulfurique monohydraté sur les alcools;* par M. **Berthelot**.

« 1. L'acide sulfurique monohydraté s'unit aux alcools en formant des acides éthérés, que l'eau décompose peu à peu, avec régénération des deux

composants. J'ai mesuré la chaleur dégagée dans cette réaction avec une série d'alcools homologues, depuis l'alcool méthylique jusqu'à l'alcool propylique normal; avec les alcools butylique et amylique de fermentation, qui appartiennent à une série parallèle; avec un alcool d'hydratation, l'alcool isopropylique; avec un alcool polyatomique, la glycérine.

» 2. La méthode que j'ai employée dans cette étude consiste à partir d'un même état initial : alcool pur, acide sulfurique pur, eau, employés en même proportion, pour arriver à deux états finaux différents. Dans l'un de ces états finaux, les premiers corps sont dissous au sein de l'eau, séparément, sans être combinés l'un avec l'autre; on a mesuré la chaleur dégagée par la dissolution de l'acide dans la masse d'eau du calorimètre, Q, et celle de la dissolution de l'alcool dans la solution acide très-étendue, Q', laquelle ne diffère pas en fait de la chaleur de dissolution de l'alcool dans la même quantité d'eau pure, comme je l'ai vérifié.

» Dans l'autre état final, une portion de l'acide et de l'alcool est combinée, sous forme d'acide éthéré, au sein d'une solution aqueuse étendue, qui renferme en même temps le surplus de l'acide et de l'alcool non combinés. On a mesuré d'abord la chaleur dégagée dans la réaction de l'acide pur sur l'alcool pur, Q_1; puis la chaleur dégagée lorsqu'on mélange ce produit avec la masse d'eau du calorimètre, Q'_1. Cela étant connu, on a

$$Q + Q' = (Q_1 + Q'_1) + x,$$

x étant la chaleur qui serait dégagée si la proportion d'acide éthéré subsistant en dissolution étendue se résolvait en acide étendu et alcool étendu, au degré de dilution finale. Cette proportion étant déterminée à l'instant même par un essai acidimétrique (que l'on compare avec le poids de l'acide initial), on en déduit la chaleur pour les équivalents combinés.

» 3. Appliquons cette méthode à l'alcool ordinaire :

» 1° On a pris $3^{gr},98$ d'alcool absolu et on les a dissous dans 500 grammes d'eau, ce qui a dégagé, d'après la moyenne de plusieurs essais concordants à 17 degrés. . . . . $+ 219^{cal},45$

soit pour $46^{gr} = C^4H^6O^2 + 640H^2O^2$. . . . . $+ 2^{Cal},54$

» 2° J'ai préparé une provision d'acide sulfurique pur et bouilli, renfermant 98 pour 100 d'acide réel, et destiné à suffire à tous mes essais. J'en ai déterminé, à plusieurs reprises, la chaleur de dissolution et la composition, de façon à obtenir des chiffres strictement applicables à mes essais. D'après ces chiffres, $8^{gr},7075$ (poids employé dans l'expérience qui va suivre), et 500 grammes d'eau à 17 degrés, dégagent $1450^{cal},3$; donc

$$Q + Q' = 219,5 + 1450,3 = 1669,8.$$

» 3° $3^{gr},98$ d'alcool absolu et 8,7075 d'acide sulfurique ont été renfermés et pesés séparément dans des ampoules que l'on a placées dans un tube de verre mince et bouché, immergé dans un calorimètre qui contenait 500 grammes d'eau à 17 degrés. On a brisé les ampoules et mélangé l'acide avec l'alcool. La chaleur dégagée a mis cinq minutes à produire un maximum dans la marche du thermomètre calorimétrique. Ce maximum a duré deux minutes, et l'on a suivi la marche du thermomètre pendant dix minutes. Pendant les dix minutes qui ont précédé l'expérience, il n'avait pas varié de $\frac{1}{200}$ de degré. La chaleur dégagée égale $662^{cal},15 = Q_1$.

» 4° On a alors brisé le tube de verre et mêlé son contenu avec l'eau du calorimètre, opération qui a produit un nouveau maximum, en moins d'une minute. On a suivi cinq minutes encore le thermomètre. La chaleur dégagée pendant cette deuxième phase égale $786^{cal},63 = Q'_1$; donc

$$Q_1 + Q'_1 = +1448^{cal},8.$$

La différence entre les deux états finaux répond dès lors à

$$1669,8 - 1448,8 = 221^{cal},0.$$

C'est la quantité de chaleur que dégagerait la décomposition de l'acide éthylsulfurique étendu. Sa formation a absorbé une quantité égale.

» 5° Reste à définir le phénomène chimique correspondant. A cet effet, on prend aussitôt la densité de la liqueur finale et on la titre avec de l'eau de baryte. On a trouvé ainsi qu'elle contenait $6^{gr},322$ d'acide sulfurique réel, SO^4H; l'acide primitif en renfermait $8^{gr},533$ (en tenant compte de l'eau excédante). Le poids de l'acide, qui demeure neutralisé par l'alcool dans la liqueur étendue, est donc égal à $8,533 - 6,322 = 2^{gr},211$, la proportion combinée étant double de celle-là, puisqu'elle garde la moitié de son acidité sous la forme d'acide éthylsulfurique.

» D'après ces nombres, la neutralisation de $2^{gr},211$ d'acide sulfurique par l'alcool a absorbé $221^{cal},0$, ce qui fait pour 49 grammes de SO^4H neutralisé, c'est-à-dire pour 98 grammes du même acide combiné à l'alcool, $-4^{Cal},90$. Cette chaleur absorbée répond à la réaction suivante :

$C^4H^6O^2$ étendu + $S^2O^8H^2$ étendu = $C^4H^4(S^2O^8H^2)$ acide éthylsulfurique étendu + H^2O^2.

Dans un second essai, j'ai obtenu $-4,48$; la moyenne est $-4,7$.

» Ce nombre ne diffère pas beaucoup de la chaleur absorbée ($-2,6$), dans la formation de l'acide benzinosulfurique dissous, par la benzine pure et l'acide sulfurique étendu. Au contraire, la réaction théorique

$C^4H^6O^2$ pur + $S^2O^8H^2$ liquide = $C^4H^4(S^2O^8H^2)$ étendu + H^2O^2, dégage. . $+14,7$.

» 4. La réaction réelle des deux composants concentrés ne donne pas lieu uniquement à de l'acide éthylsulfurique, mais aussi à de l'eau, et par suite à une portion d'acide et d'alcool non combinés, le tout demeurant mélangé : la quantité de chaleur dégagée varie dès lors suivant les proportions relatives. Dans l'expérience ci-dessus, où les rapports initiaux étaient très-voisins des équivalents, la chaleur dégagée par la réaction des corps concentrés a été trouvée + 7,7 par $C^4H^6O^2$, soit un peu plus de la moitié de la chaleur donnée par le calcul pour la formation de l'acide étendu. On voit par là que la formation de l'acide éthylsulfurique au moyen de l'acide sulfurique concentré et de l'alcool pur dégage de la chaleur, tandis que la formation du même acide étendu avec les corps dissous en absorbe.

» La *réaction change donc de signe*, suivant la proportion d'eau : fait général dans la formation des éthers, comme je le montrerai.

» 5. En suivant la marche qui vient d'être décrite, on peut craindre que le titrage acide, fait quelques minutes après la mesure calorimétrique, n'indique une proportion combinée moindre que celle qui répondrait à la mesure elle-même, l'acide éthylsulfurique ayant continué à se décomposer dans l'intervalle. Pour répondre à cette objection, j'ai conservé la liqueur pendant plusieurs heures et vérifié que son titre ne variait pas. Même à 100 degrés, au bout d'un quart d'heure d'ébullition, la proportion d'acide éthylsulfurique décomposé est seulement de 5 pour 100 du total, bien que l'évaporation incessante de l'alcool présent change les conditions de l'équilibre. Après une demi-heure, la quantité décomposée s'élève à 10 pour 100; après trois heures, à 41 pour 100. On avait pris soin de renouveler de temps en temps l'eau évaporée, afin de maintenir l'état de dilution des liqueurs. Ces résultats établissent le degré de stabilité de l'acide éthylsulfurique et montrent que l'on peut compter sur le dosage primitif.

» 6. L'acide éthylsulfurique pur ne pouvant être obtenu, parce que la concentration de ses dissolutions le décompose en partie, je me suis attaché à la formation thermique des éthylsulfates cristallisés.

» *Chaleur de neutralisation.* — J'ai dissous, dans 40 parties d'eau, l'éthylsulfate de baryte cristallisé; j'en ai précipité la baryte par une proportion équivalente d'acide sulfurique ($1^{éq}$ ou $49^{gr} = 2^{lit}$), en mesurant la chaleur dégagée, et j'ai répété cette mesure, en ajoutant 1 équivalent de soude.

$C^4H^4(S^2O^8H^2)$ étendu + NaO étendue dégage.......... + 13,7,
$C^4H^4(S^2O^8H^2)$ étendu + BaO étendue.................. + 13,9.

Dissolution à 13 degrés dans 50 parties d'eau.

Éthylsulfate de soude cristallisé : $C^4H^4(S^2O^8NaH), H^2O^2$ absorbe......	$-3,14$
Le même sel anhydre (séché dans le vide froid).....................	$-1,02$
Éthylsulfate de baryte cristallisé : $C^4H^4(S^2O^8BaH), H^2O^2$............	$-2,13$
Le même sel anhydre (vide froid)............................	$+0,35$

D'où je tire $C^4H^4O^2$ liquide $+ 2SO^4H$ liquide $+ NaHO^2$ solide

$= C^4H^4(S^2O^8NaH)$ anhydre $+ H^2O^2$ solide et séparée........... $+40,6$,

Avec $BaHO^2$.. $+33,2$,

chiffres qui sont à peu de chose près égaux à la chaleur de formation des benzinosulfates correspondants. Le premier est aussi voisin du bisulfate de soude, mais fort inférieur au sulfate neutre :

$2SO^4H$ liquide $+ NaHO^2$ solide $= S^2O^8NaH$ solide $+ H^2O^2$ solide.... $+43,6$,

$2SO^4H$ liquide $+ 2NaHO^2$ solide $= S^2O^8Na^2$ solide $+ 2H^2O^2$ solide... $+70,2$.

» J'ai cru devoir m'étendre sur la réaction de l'acide sulfurique et de l'alcool ordinaire; je serai plus bref avec les autres alcools.

» 7. Chaleur dégagée à 13 degrés par les transformations suivantes :

(I) $C^{2n}H^{2p}O^{2q}$ étendu $+ S^2O^8H^2$ étendu $= C^{2n}H^{2p-2}O^{2q-2}(S^2O^8H^2)$ étendu $+ H^2O^2$.

(II) Dissolution de $C^{2n}H^{2p}O^{2q}$ dans 100 à 120 fois son poids d'eau.

(III) $C^{2n}H^{2p}O^{2q}$ pur $+ S^2O^8H^2$ liquide $= C^{2n}H^{2p-2}O^{2q-2}(S^2O^8H^2)$ étendu $+ H^2O^2$ liquide.

Noms des alcools.	I. Trouvé.	I. Moyenne.	II.	III.
Méthylique : $C^2H^4O^2$..............	$-5,4$ et $-4,8$	$-5,1$	$+2,0$ env.	$+13,8$
Ordinaire : $C^4H^6O^2$................	$-4,9$ et $-4,5$	$-4,7$	$+2,54$	$+14,7$
Propylique normal : $C^6H^8O^2$.........	$-4,45$ et $-3,45$	$-4,05$	$+3,05$	$+15,9$
Isopropylique (de l'acétone) : $C^6H^8O^2$.	$-3,5$ et $-3,0$	$-3,3$	$+3,45$	$+17,1$
Isobutylique (fermentation) : $C^8H^{10}O^2$.	$-2,2$	$-2,2$	$+2,88$	$+17,6$
Amylique (fermentation) : $C^{10}H^{12}O^2$...	$-0,2$	$-0,2$	$+2,8$	$+19,5$
Glycérine : $C^6H^8O^6$(1).............	$-4,0$ et $-2,4$	$-3,2$	$+1,51$	$+15,2$

» 8. D'après ces chiffres : 1° les divers alcools dégagent des quantités de chaleur peu différentes en s'unissant à l'acide sulfurique; rapportées à la réaction (III), ces quantités diffèrent de 14 à 19, c'est-à-dire guère plus que les quantités de chaleur dégagées par un même acide uni successivement à plusieurs bases analogues; cependant elles vont croissant sensible-

(1) On a fait le calcul pour la glycérine d'après le poids de l'acide sulfurique neutralisé, sans chercher s'il se formait plusieurs composés acides. L'alcool allylique ne s'est pas prêté aux expériences, parce que l'acide sulfurique concentré le noircit aussitôt, avec dégagement d'acide sulfureux. Le sucre de canne offre la même difficulté. Avec la mannite, la dulcite, le glucose, etc., il se forme des composés visqueux, que l'on ne réussit point à dés-

ment de l'alcool méthylique à l'alcool amylique, que les corps soient purs ou dissous.

» 2° Ces quantités sont à peu près les mêmes pour les deux alcools isomères, propylique et isopropylique, qu'on les rapporte aux composants concentrés ou étendus d'eau; ce qui montre que les isomères de cet ordre ne se distinguent dans les réactions que par de petites différences thermiques: circonstance qui pouvait être prévue, car la diversité de constitution de tous ces corps est délicate à préciser et répond, après tout, à des arrangements moléculaires très-analogues. Les travaux accomplis dans les réactions parallèles, c'est-à-dire les pertes d'énergie des deux systèmes isomères, doivent être à peu près les mêmes.

» 3° La chaleur absorbée dans l'union des divers alcools dissous et de l'acide sulfurique étendu varie seulement de — 0 à — 5, c'est-à-dire qu'elle est peu considérable, et de l'ordre de grandeur de la chaleur de formation des hydrates définis; je reviendrai sur cette remarque.

» 4° La chaleur dégagée avec les alcools est également de même signe, et de l'ordre de grandeur de la chaleur dégagée dans la formation analogue des combinaisons de carbures, tels que la benzine et le toluène liquide (—2,6 et —1,4); ce qui montre que la somme des travaux accomplis dans l'union de l'acide sulfurique avec les divers composés organiques est à peu près la même, malgré la différente stabilité de ces deux ordres de composés. On s'explique cette similitude d'après la remarque que j'ai faite, de la perte d'énergie presque égale éprouvée par l'acide sulfurique anhydre, soit qu'il s'unisse à l'eau pour former de l'acide sulfurique étendu, soit qu'il réagisse sur l'hydrogène pour former de l'eau et de l'acide sulfureux dissous. Voici de nouvelles expériences à l'appui.

---

agréger ni à dissoudre dans l'eau froide du calorimètre. Je donnerai seulement ici les chaleurs de dissolution de ces divers corps dans l'eau vers 13 degrés :

$C^6H^6O^2$ (alcool allylique de la glycérine) + 120 parties d'eau......... + 2,1

$C^6H^6O^2$ (acétone) + 120 parties d'eau..................... + 2,51

On voit que tous ces liquides dégagent beaucoup de chaleur en s'unissant à l'eau.

$C^{12}H^{14}O^{12}$ (mannite) + 50 parties d'eau à 13 degrés.................. — 4,64

$C^{12}H^{14}O^{12}$ (dulcite) + 50 parties d'eau à 13 degrés........... — 5,94

$C^{12}H^{12}O^{12}$ (glucose anhydre) + 60 parties d'eau à 9 degrés............ — 2,25

$C^{12}H^{12}O^{12}, H^2O^2$ + 40 parties d'eau à 9 degrés.................. — 3,93

$C^{12}H^{12}O^{12}$ (sucre de lait) + 50 parties d'eau à 13 degrés........ — 1,83

$C^{24}H^{22}O^{22}$ (sucre de canne) + 25 parties d'eau à 13 degrés.......... — 0,79

» 9. J'ai fait agir l'acide sulfurique fumant sur l'alcool absolu et mesuré la chaleur dégagée, comme précédemment. J'ai titré l'acide total neutralisé, lequel représente deux composés isomériques : l'acide éthylsulfurique et l'acide iséthionique. La chaleur totale qui répondait à leur somme a été trouvée — 3,6 pour SO^4H étendu, neutralisé par l'alcool dissous et changé en acides conjugués étendus. Afin de faire la part de chacun de ces composés, j'ai repris la liqueur étendue, je l'ai mêlée avec de la baryte titrée et chauffée à 100 degrés dans un matras scellé pendant vingt-quatre et quarante-huit heures. Dans ces conditions, l'acide éthylsulfurique se change en sulfate de baryte, tandis que l'acide iséthionique demeure à l'état d'iséthionate. J'ai trouvé ainsi que les 18 centièmes de l'acide total neutralisé étaient à l'état d'éthylsulfate, les 82 centièmes à l'état d'iséthionate. D'où

$C^4H^6O^2$ étendu + $2SO^4H$ étendu = $C^4H^6O^2.S^2O^6$ iséthionique étendu absorbe.. — 3,4
$C^4H^6O^2$ pur + $2SO^4H$ étendu = $C^4H^6O^2.S^2O^6$ acide iséthionique étendu absorbe. — 0,9
$C^4H^6O^2$ pur + $2SO^4H$ liquide = $C^4H^6O^2.S^2O^6$ étendu + H^2O^2 solide......... +16,0

» La chaleur de formation de l'acide iséthionique, d'après cette équation, est donc à peu près la même que celle de l'acide éthylsulfurique (— 4,7 et + 14,7). La perte d'énergie est pareille dans la formation des deux ordres de dérivés sulfuriques isomères, qu'ils résistent à l'action de l'eau ou qu'ils en soient dédoublés.

» La transformation de l'acide éthylsulfurique en acide iséthionique isomère dégagerait, pour les acides étendus : + 1,3, c'est-à-dire une très-petite quantité de chaleur : remarque qui se retrouve dans la formation de la plupart des corps isomères, dont la fonction est la même.

» On a encore (la chaleur de vaporisation de $C^4H^6O^2$ étant 9,8, Regnault) :

$C^4H^6O^2$ pur + S^2O^6 solide + eau = $C^4H^6O^2S^2O^6$ étendu......... + 36,4
$C^4H^6O^2$ gaz + S^2O^6 solide + eau = $C^4H^6O^2S^2O^6$ étendu......... + 46,2

chiffres semblables à ceux de la benzine (+ 39,9 et + 47,1). Le dernier s'écarte au contraire de la formation de l'acide iséthionique avec l'éthylène

C^4H^4 gaz + S^2O^6 solide + eau liquide $C^4H^6O^2,S^2O^6$ étendu...... + 53,3

On peut encore déduire de là la chaleur de formation de l'alcool par l'eau et l'éthylène, comme je le dirai bientôt. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Nouveau cas d'*aphasie *ou de la perte de la parole, provenant de la perte des mouvements coordonnés nécessaires à l'acte de la prononciation des mots, sans nulle lésion des facultés intellectuelles.* Note de M. **Bouillaud**.

« J'ai déjà plus d'une fois communiqué à l'Académie quelques observations de l'espèce de celle dont il s'agit ici, malheureusement pas assez rares. Ces faits m'ayant paru exciter quelque intérêt de la part de mes savants confrères, j'ai cru pouvoir leur communiquer celui-ci, qui, en raison de sa simplicité, est particulièrement propre à bien faire comprendre le curieux phénomène psychophysiologique auquel il est relatif. Le voici :

» I. Le malade est un avocat d'une trentaine d'années, de Châtellerault, ville dans laquelle habitait aussi un des aphasiques dont j'ai déjà publié l'observation, bien connue d'ailleurs du malade actuel et du médecin qui le soignait, lorsque le 28 décembre dernier il vint me voir, accompagné de sa jeune femme.

» Dans une des nuits du mois de juin de l'année 1875, tout à coup, et sans aucune cause connue, il s'aperçut, avec une émotion profonde, qu'il était paralysé du côté droit, et qu'*il avait perdu la parole*, sans que d'ailleurs son intelligence eût éprouvé la moindre atteinte. En effet, il *comprenait* parfaitement et les *paroles*, et les *idées*, et les *sentiments* de sa femme, que l'accident si brusque et si peu prévu dont il venait d'être frappé avait en quelque sorte bouleversée et plongée dans une extrême affliction. Quelque sensible qu'il fût, moralement et intellectuellement, à l'état de sa femme et à son propre état, il était absolument impossible au malade de témoigner cette sensibilité par aucune parole.

» Puisqu'il comprenait les discours qu'on lui adressait, il aurait pu, à défaut de réponses parlées, recourir aux réponses écrites. Mais malheureusement, comme il arrive à peu près constamment dans le cas d'hémiplégie du mouvement, avec perte de la parole, cette hémiplégie portait sur le côté droit, et la main de ce côté était par conséquent inhabile à l'écriture, dont elle est l'organe.

» La paralysie du mouvement du côté droit du corps disparut graduellement, et le malade alors put écrire un certain nombre de mots, donner, entre autres actes de cette espèce, sa signature. En même temps, il pouvait prononcer, plus ou moins péniblement, quelques mots isolés, mais non les associer, les combiner, les *syntaxer* en quelque sorte, soit en discours, soit même en simples phrases.

» Son intelligence et son caractère avaient d'ailleurs conservé leur intégrité. Il connaissait les personnes, les choses, les lieux, les temps, les affaires, les intérêts de toute espèce, et conservait ses affections accoutumées. Il continuait à se livrer aux jeux de cartes dont il avait l'habitude. Il avait aussi conservé la faculté de la musique, du calcul, de la lecture, pourvu bien entendu qu'il ne s'agît pas de prononcer les paroles des airs chantés, des calculs opérés, des lectures faites.

» II. Voici quelle était la situation psychophysiologique de M. X., le 28 décembre dernier. L'expression de sa physionomie, l'attitude générale de sa personne étaient celles d'un homme jouissant de la plénitude de ses facultés intellectuelles et morales. Le jeune avocat comprenait, à merveille, notre conversation, mais il ne pouvait y prendre part que par quelques mots le plus souvent monosyllabiques, sans suite réglée, sans ordre, et plus ou moins laborieusement articulés. Je lui fis lire mentalement quelques passages d'un journal, écrire quelques mots, signer son nom, ce qu'il exécuta de la manière la plus satisfaisante, avec aisance même, surtout sa signature. Enfin la voix et tous ses sons inarticulés, les mouvements de la langue, des lèvres, des joues étaient conservés.

» III. Il ne me restait plus qu'à bien déterminer et à *formuler*, pour ainsi dire, l'espèce de son aphasie. J'y procédai par voie d'*élimination*, de la manière suivante :

» 1° Ce n'était pas la *volonté de parler* qui manquait; le malade, au contraire, en avait une extrême envie, *et il était avocat*.

» 2° Les idées et les sentiments ne faisaient aucunement défaut.

» 3° Les mots eux-mêmes n'étaient pas *oubliés*, *absents*, *incompris*, puisque le malade continuait à prendre part *mentalement* à la conversation, qu'il pouvait *lire*, par la pensée, comprendre les mots *écrits* ou *imprimés* et en écrire lui-même quelques-uns, son nom propre en particulier.

» 4° Les divers organes extérieurs, par le concours desquels les sons vocaux sont *produits* et *articulés*, étaient également dans leurs conditions normales, et il n'existait aucun signe d'une lésion quelconque dans les nerfs, au moyen desquels le cerveau exerce son influence sur les mouvements coordonnés nécessaires à cette articulation des sons vocaux, qui constitue la *prononciation*.

» Toutes ces inconnues du problème à résoudre étant dégagées, j'ai beau chercher, il ne m'en reste plus qu'une autre à examiner, à savoir celle de l'influence du cerveau elle-même. Or, tous les autres facteurs de l'*aphasie* étant ainsi éliminés, il n'existe plus que l'influence nerveuse indiquée, à

laquelle nous puissions rattacher cette aphasie, par le *rapport ou la loi de cause à effet*. Donc, il s'agit bien chez le malade, comme le porte le titre de notre observation, d'une aphasie produite par l'absence de la faculté de coordonner les mouvements nécessaires à la prononciation ou à la voix articulée.

» IV. Mais il ne nous suffit pas d'avoir rigoureusement déterminé quelle est, chez notre malade, l'espèce d'*aphasie* ou de perte de la parole, l'une de ces sublimes facultés, que l'homme seul, entre tous les animaux, a reçues en partage; il faut aussi remonter au siége de sa lésion *génératrice* dans telle ou telle région du cerveau. Or, depuis un demi-siècle, sur la foi de faits déjà nombreux, nous avons cru pouvoir annoncer que, dans les cas du genre de celui dont il vient d'être question, qui se comptent aujourd'hui par plusieurs centaines, cette lésion avait son siége dans le lobe antérieur ou frontal des hémisphères cérébraux; aucun de ceux exactement observés n'est venu démentir cette *localisation*.

» Nous disons *nouvelle*, bien que, avant nous, le célèbre auteur d'un système de *localisation* des facultés intellectuelles et morales dans le cerveau eût placé le *sens* ou la *mémoire des mots* et du *langage de parole* dans une région spéciale de la partie antérieure de l'organe indiqué. En effet, dans nos *Recherches cliniques*, publiées en 1825, *sur la perte de la parole*, il ne s'agissait pas de la perte du *sens*, de la *mémoire des mots*, mais spécialement de la perte des *mouvements coordonnés*, nécessaires à l'*articulation* ou à la *prononciation des sons vocaux*, signes représentatifs des *mots*, comme ceux-ci sont les signes représentatifs de nos *idées* ou de nos *pensées* de toute espèce.

» Jusqu'à l'époque, ci-dessus rappelée, nul auteur n'avait eu même l'idée de rechercher quelle était la partie des hémisphères cérébraux qui régissait les mouvements coordonnés, consacrés à l'acte de la prononciation des mots. Cette localisation était d'autant plus nouvelle, que l'époque où elle fut publiée (1825) était bien voisine de celle (1823) où M. Flourens avait *localisé* dans le *cervelet* les *mouvements coordonnés* en général, et déclaré formellement que le cerveau lui-même n'y concourait par aucune action *immédiate* ou *directe*, mais uniquement sous le rapport de la *volonté*. Aussi m'étais-je permis dès lors de combattre cette opinion, non-seulement en raison même de l'espèce particulière de mouvements *coordonnés*, au moyen desquels s'exécute la prononciation des mots, mais aussi en raison d'autres mouvements, soit des yeux, soit des membres supérieurs, etc., auxquels le cerveau préside également, au titre d'organe *législateur*.

» V. Je ne terminerai pas cette Communication sur l'aphasie ou perte de la parole sans ajouter, fût-ce uniquement à titre d'encouragement et de consolation pour les personnes qui peuvent en être affligées, que j'en ai vu plusieurs cas, convenablement traités, se terminer, quelquefois très-promptement, par une entière guérison, et que, dans les cas moins heureux, l'aphasie, exempte de toute complication, ne compromet nullement la vie des malades. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur l'éboulement du cirque de Salazie, dans l'île de la Réunion;* par M. **Ch. Sainte-Claire Deville.**

« Dans l'avant-dernière séance, après la lecture des deux Notes relatives à l'éboulement du cirque de Salazie, dans l'île de la Réunion, je me suis réservé d'émettre un avis sur le véritable caractère de cette catastrophe, qui a coûté la vie à soixante-deux personnes.

» Il me suffira de dire que, après avoir lu la Communication de M. Vélain, je partage entièrement son opinion à cet égard. L'événement ne me paraît avoir absolument aucun caractère éruptif : c'est un simple éboulement, tout à fait comparable à celui qui a eu lieu, en 1806, dans la vallée de Goldau, au pied du Righi. Les conglomérats doléritiques ont joué, à la Réunion, exactement le même rôle que les poudingues tertiaires en Suisse. Les eaux s'y étaient infiltrées pendant un temps fort long, les avaient désagrégés, en entraînant une partie des matières ténues qui leur servaient en quelque sorte de ciment; puis, un beau jour, les assises doléritiques compactes, placées au-dessus, ont glissé sur cette base, devenue incapable de les supporter dans leur position inclinée. A Salazie comme à Goldau, des blocs ont été entraînés et projetés, par la vitesse acquise, de l'autre côté de la petite vallée qui barrait le mouvement. Ces circonstances se retrouvent dans tous les événements du même genre. J'en ai été témoin moi-même, lors du grand tremblement de terre du 8 février 1843, aux Antilles.

» J'avais aussi annoncé l'intention de faire ressortir les traits orographiques et géologiques communs à l'île de la Réunion et aux Antilles volcaniques, principalement à la Guadeloupe, que j'ai plus particulièrement étudiée; mais je craindrais d'empiéter sur les Mémoires que M. Vélain se propose de publier. La connaissance que j'ai prise des beaux matériaux que ce jeune et savant géologue a rapportés de l'île de la Réunion ne me laisse

aucun doute sur l'intérêt scientifique que présentera l'ensemble de ses travaux (1). »

ASTRONOMIE. — *Sur l'étoile 70 p Ophiuchus.* Note de M. F. TISSERAND, transmise par M. Yvon Villarceau.

« Ce groupe binaire a été l'objet des études d'un grand nombre d'astronomes; dans les déterminations de l'orbite du satellite, obtenues jusqu'ici, on a rencontré d'assez grandes difficultés, provenant surtout de ce que les distances angulaires des deux étoiles, mesurées par plusieurs astronomes, ne sont pas toujours comparables; elles sont affectées d'erreurs systématiques, dont il est difficile de tenir compte. Aussi, laissant complétement de côté les distances, j'ai voulu déterminer les éléments du mouvement elliptique (le grand axe excepté), seulement à l'aide des mesures de l'angle de position. Depuis la première observation, faite en 1779 par W. Herschel, jusqu'à nos jours, j'ai pu réunir 213 observations; les dernières, qui s'étendent jusqu'à la fin de 1874, m'ont été obligeamment communiquées par M. O. Struve. J'ai cherché à déterminer l'orbite, aussi exactement que possible, au moyen de ces 213 observations, qui comprennent une révolution entière, et j'ai voulu surtout fixer la précision de la solution.

» J'ai pris pour point de départ le système d'éléments publié par M. Yvon Villarceau dans le tome XXXII des *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*; je m'en suis servi pour calculer une éphéméride, à laquelle j'ai comparé chacun des 213 angles de position observés; j'ai réuni les valeurs de O — C, pour former, par des moyennes, 20 lieux normaux. J'ai dû ensuite, par la méthode de la variation des éléments elliptiques, chercher à faire cadrer aussi bien que possible l'observation et le calcul pour les 20 lieux normaux. J'ai formé des équations telles que

$$O - C = \frac{dP}{d\Omega} d\Omega + \frac{dP}{dI} dI + \frac{dP}{dh} dh + \frac{dP}{de} de + \frac{dP}{d\tau} d\tau + \frac{dP}{dn} dn,$$

où Ω désigne la longitude du nœud, I l'inclinaison, h la distance du périhélie au nœud, e l'excentricité, τ le temps du passage par le périhélie, et n le moyen mouvement. Voici, en désignant par u et v les anomalies excen-

(1) A la suite de cette Communication, M. Ch. Sainte-Claire Deville exprime le désir d'être remplacé par un de ses confrères, dans la Commission qui a été nommée pour examiner les Notes adressées par M. Vélain et par M. Vinson sur cette même question.

M. Ch. Sainte-Claire Deville sera remplacé, dans cette Commission, par M. Belgrand.

trique et vraie, les expressions analytiques des six coefficients $\frac{dP}{d\Omega}\cdots$,

$$\frac{dP}{d\Omega}=1, \qquad \frac{dP}{de}=\frac{1}{1-e^2}\sin\varphi(2+e\cos\varphi)\frac{dP}{dh},$$

$$\frac{dP}{dI}=-\sin I\cos^2(P-\Omega)\,\text{tang}(\varphi+h), \qquad \frac{dP}{d\tau}=-n\frac{\sin\varphi}{\sin u(1-e\cos u)}\frac{dP}{dh},$$

$$\frac{dP}{dh}=\frac{\cos^2(P-\Omega)}{\cos^2(\varphi+h)}\cos I, \qquad \frac{dP}{dn}=-\frac{1}{n}\frac{dP}{d\tau}(t-\tau).$$

» Pour ce calcul je suis parti d'un autre système d'éléments, publié par M. Schur dans le n° 1681 des *Astronomische Nachrichten*; ce système a été obtenu par des observations qui s'étendent jusqu'en 1866; il donne, pour les observations des dernières années, des résidus un peu moins forts que le précédent, pour lequel on n'avait pu employer d'observations que jusqu'en 1849. Je pouvais espérer ainsi atténuer l'effet des termes contenant les carrés et les produits de $d\Omega$, dI.... Voici ces éléments, en regard desquels je mets ceux de M. Villarceau et ceux auxquels je vais arriver dans un moment :

	Villarceau.	Schur.	Tisserand.
τ	1810,671	1808,7909	1809,664
n	−3°,8987	−3°,81479	−3°,7923
φ = arcsin e	26°.23′.30″	29°.26′.13″	28°.13′.15″
Ω	127.21.24	125.21.48	127.22. 2
h	147. 2. 6	155.44.30	149.43.40
I	61.53. 0	57.55.30	59.59.35

» Dans le premier de ces systèmes, Ω est compté à partir du méridien de 1840; dans les deux autres, à partir du méridien de 1850.

» Partant donc des éléments de M. Schur, j'ai formé vingt équations contenant les six inconnues $d\tau$, dn, $d\varphi$, $d\Omega$, dh et dI; j'ai résolu ces équations par la méthode des moindres carrés, ce qui m'a donné les valeurs des inconnues, et, par suite, les éléments reproduits plus haut. Ces éléments représentent les vingt observations idéales d'une manière très-satisfaisante; mais, en résolvant les mêmes équations par la méthode de Cauchy, j'avais pu me convaincre que le problème comportait une certaine indétermination. Aussi ai-je cherché à introduire une indéterminée; j'ai choisi dh, et j'ai trouvé les expressions suivantes des éléments en fonction de cette indéterminée

$$\begin{aligned}
\tau &= 1809,707 - 0,187\,dh\\
n &= -3°,7917 - 0,0044\,dh\\
\varphi &= 28°.19'.59'' + 0,071\,dh\\
\Omega &= 127.13.27 - 0,237\,dh\\
h &= 149.43.40 + 1,000\,dh\\
I &= 59.59.59 - 0,392\,dh
\end{aligned}$$

» On voit que l'indétermination est la plus grande sur h; j'ai donné à dh les valeurs -8° et $+8^\circ$; j'ai obtenu ainsi deux nouveaux systèmes : j'ai déterminé, pour chacun d'eux, les résidus correspondant aux lieux normaux. Il arrive que tous ces lieux sont presque aussi bien représentés par les deux nouveaux systèmes que par celui que j'avais trouvé plus haut. Il y a cependant une exception pour les deux premières observations de W. Herschel, celles de 1779 et de 1781; en faisant $dh = -8^\circ$, on trouve, pour les valeurs correspondantes de O — C,

$$+5^\circ 5' \quad \text{et} \quad +1^\circ 7',$$

$dh = -9^\circ$ donne, pour ces mêmes résidus,

$$+0^\circ 16' \quad \text{et} \quad -4^\circ 51'.$$

» On voit donc que, dans l'état actuel, tout repose sur ces deux observations; si l'on ne veut pas admettre, chez l'illustre astronome, d'erreurs s'élevant à 5 degrés, il faut en conclure que dh est compris entre -8° et $+8^\circ$. Il est probable que ces limites sont trop étendues, et il me semble qu'on peut prendre -5° et $+5^\circ$. Nous arrivons donc à cette conclusion, que les 213 observations de l'angle de position, faites pendant une révolution entière, laissent subsister sur h une indétermination de $\pm 5^\circ$, de $\pm 1^\circ$ sur ☊, de $\pm 2^\circ$ sur I, de $\pm 0^\circ,4$ sur φ, de $\pm 1',3$ sur n, et enfin de $\pm 1^{an}$ sur τ.

» J'ai calculé une éphéméride donnant les valeurs de l'angle de position jusqu'en 1887, et j'y ai fait figurer l'indéterminée; la voici :

Dates.	Angles de position.	Dates.	Angles de position.
1876,0	$84^\circ.15',4 + 0,079\,dh$	1882,0	$65^\circ.43',8 + 0,199\,dh$
1877,0	$81.48,4 + 0,095$	1883,0	$61.30,1 + 0,219$
1878,0	$79.\ 8,6 + 0,114$	1884,0	$56.51,2 + 0,236$
1879,0	$76.14,2 + 0,134$	1885,0	$51.45,4 + 0,246$
1880,0	$73.\ 3,4 + 0,156$	1886,0	$46.11,6 + 0,247$
1881,0	$69.34,0 + 0,178$	1887,0	$40.10,8 + 0,234$

» On voit que l'influence de dh est d'abord faible; mais, en 1885, une variation $dh = \pm 5^\circ$ en produirait une de plus de 1 degré sur l'angle de position; si, par des mesures répétées, on parvient à obtenir l'angle de position à $0^\circ,2$ près, on aura h à 1 degré près, c'est-à-dire avec une approximation cinq fois plus grande que celle qu'on a aujourd'hui. Pour déterminer le demi-grand axe, j'ai eu recours seulement aux mesures de W. Struve et de O. Struve; les premières m'ont donné $a'' = 4'',803$; les secondes, $4'',737$; j'admettrai la moyenne

$$a'' = 4'',770.$$

» En terminant, je dois remercier M. Perrotin, qui a bien voulu m'aider à réunir les observations, et qui m'a prêté son concours dans les calculs, nécessairement assez longs, que je me propose, du reste, de publier plus complétement dans le volume des *Mémoires de l'Académie des Sciences de Toulouse* pour 1876. »

RAPPORTS.

ART MILITAIRE. — *Rapport sur les numéros de la* Revue d'Artillerie *soumis à l'examen de l'Académie par M. le Ministre de la Guerre.*

(Commissaires : MM. Phillips, Berthelot, Resal, Morin rapporteur.)

« L'Académie nous a chargés, MM. Phillips, Berthelot, Resal et moi, d'examiner les travaux scientifiques insérés dans les trois numéros de la *Revue d'Artillerie*, pour les mois d'août, septembre et octobre 1875.

» Ce recueil, dont les livraisons paraissent mensuellement, est, comme son titre seul l'indique, destiné à porter à la connaissance des officiers d'artillerie, les études, les recherches et les documents si variés qui peuvent intéresser leur arme à tous les points de vue scientifiques et pratiques.

» En demandant à l'Académie de le soumettre à l'examen d'une Commission, le Ministre a eu principalement en vue la partie de ces travaux qui peut contribuer aux progrès généraux de la Science ou des arts industriels. Nous nous bornerons donc, dans ce Rapport, à faire connaître à l'Académie les Mémoires de cet ordre contenus dans les livraisons qui lui ont été adressées.

» Nous citerons d'abord une analyse très-complète, faite par M. le capitaine Jouart, d'un Mémoire remarquable publié en italien par M. le colonel Rosset, directeur de la fonderie de Turin, sous le titre de : *Experienze meccaniche sulla resistenza dei principii metalli da bocche da fuoco.*

» Outre l'importance toute spéciale qu'il y avait à porter à la connaissance des officiers d'artillerie, les résultats de ces expériences, l'Académie pensera sans doute avec nous que l'analyse, qui en a été faite avec beaucoup de soin par M. le capitaine Jouart, est digne de son attention par le seul énoncé des conclusions générales que l'on peut tirer de l'ensemble de ces recherches et qui peuvent se résumer ainsi qu'il suit :

» 1° L'acier peut être soumis à des efforts qui atteignent et dépassent même un peu les limites de son élasticité, sans qu'après la cessation de ces efforts il ait rien perdu de sa résistance élastique.

» Son coefficient d'élasticité paraît même croître en même temps que sa limite d'élasticité s'élève, à mesure que ces épreuves se répètent, de telle sorte que sa résistance élastique se rapproche de plus en plus de sa résistance à la rupture.

» Ce fait qui, dès 1871, avait été constaté pour le fer par les expériences de M. Tresca (*Comptes rendus* du 13 novembre), se trouve ainsi étendu aux deux métaux les plus employés dans la construction des machines et dans celle des bâtiments et des chemins de fer.

» Il a une grande importance toutes les fois que les constructions sont soumises à des efforts variables, intermittents ou interrompus, comme dans les viaducs, les ponts de chemins de fer, etc.

» Il montre que, s'il est plus rationnel, comme le font en général les ingénieurs français, de limiter les efforts auxquels on soumet les pièces de ces constructions, par la condition qu'ils n'atteignent jamais qu'une partie, la moitié par exemple, de ceux qui, agissant avec continuité, altéreraient l'élasticité, la méthode suivie plus spécialement par les ingénieurs anglais, qui proportionnent les mêmes pièces d'après les résultats d'expériences sur la rupture, conduit, dans beaucoup de cas et à très-peu près, aux mêmes dimensions.

» Mais cette conclusion suppose qu'il y ait, comme on vient de l'indiquer, des alternatives, on pourrait dire des temps de repos dans l'action des efforts; elle ne serait plus vraie pour des pièces, telle que des poutres, servant de poitrails, employées à soutenir des charges permanentes dans les constructions du bâtiment.

» Dans ce cas, qui se présente souvent, il nous paraît toujours préférable de se baser sur les considérations par lesquelles on s'attache à conserver aux corps l'intégrité de leur élasticité.

» 2° En ce qui concerne les métaux fondus, tels que le bronze, les expériences de M. le colonel Rosset mettent en évidence que ce métal s'énerve, dans certaines limites, sous l'action d'efforts répétés et interrompus, tels que ceux auxquels on le soumet ordinairement dans les expériences d'étude sur son élasticité, d'où il résulte qu'après ces expériences sa résistance à la rupture est toujours moindre que celle qu'il offre, quand on le soumet avec continuité à des efforts croissants jusqu'à la rupture.

» Dans le premier cas, cette résistance n'est plus que de 18 kilogrammes par millimètre carré, tandis que dans le second elle s'élève à 22, comme on l'admet généralement dans l'artillerie, où les épreuves se font par charges continues.

» Ces différences montrent de quelle importance il est d'apprécier toutes les circonstances des expériences.

» D'une autre part, les observations de M. le colonel Rosset mettent en évidence la supériorité de résistance des bronzes et des canons coulés en coquille, et, par conséquent, refroidis promptement, sur ceux qui sont coulés en terre et refroidis lentement : les premiers présentant une résistance à la rupture de 32 kilogrammes par millimètre carré sous des tractions directes, au lieu de celle de 22 qu'offrent les seconds.

» Enfin, l'étude fort attentive que l'auteur a faite des effets de la liquation montre aussi que, dans la coulée des alliages de métaux de degrés de fusibilité différents, il est nécessaire de n'opérer qu'aux températures les plus basses qu'il sera possible d'employer pour diminuer ces effets en même temps que ceux du retrait.

» Dans un Mémoire, inséré sous le titre modeste de *Note sur la dépendance mutuelle des divers éléments d'un système d'artillerie*, M. le commandant Duchesne s'est attaché avec succès à mettre en évidence, à l'aide de considérations simples et de formules élémentaires, les relations qu'il importe d'établir et de coordonner entre le poids et la forme des projectiles, la nature de la poudre employée, le poids de l'affût, la résistance de la bouche à feu et de son affût, les conditions d'ensemble du service, etc.

» L'énoncé seul de ce problème si complexe en montre toute la difficulté. L'auteur, en se bornant, pour chacune des questions particulières qu'il se proposait d'examiner, à en exposer simplement les conditions générales, et en se basant sur les principes de la Mécanique, est heureusement parvenu à indiquer le sens dans lequel on pouvait faire varier chacun des éléments et les limites qu'il importait de ne pas franchir.

» Le savant officier auquel est due cette Note ne s'est proposé que d'esquisser, comme il le dit, les grands traits de l'ensemble du problème que présente la constitution d'un matériel d'artillerie, et de faire pressentir les difficultés sans les aborder. Mieux qu'un autre, il sait qu'elles sont d'une nature telle qu'elles constituent une des questions les plus ardues de la Mécanique appliquée.

Mais, sous la forme simple qu'il a adoptée, M. le commandant Duchesne est parvenu à montrer la voie que l'on devait suivre dans ces recherches, et son travail sera un guide sûr pour toutes les études relatives au matériel dont les conditions nouvelles du service obligent à coordonner les éléments.

» Ce travail, remarquable par l'esprit logique dont l'auteur a fait preuve,

nous paraît tout à fait digne de l'approbation de l'Académie, car il montre comment des considérations générales, basées sur les vrais principes de la Science, peuvent jeter une lumière utile sur un ensemble de questions aussi compliquées que la coordination des divers éléments d'un système d'artillerie.

» Le numéro de la *Revue d'Artillerie* pour le mois d'octobre contient, en outre, un résumé intéressant des résultats obtenus par l'artillerie autrichienne avec des canons en bronze, dont l'âme a été durcie à l'intérieur par le procédé de compression, imaginé par M. le général Uchatius.

» Si la modification remarquable que ce procédé détermine dans la résistance des parois de l'âme des bouches à feu présente de l'importance pour le service de l'artillerie, l'expérience n'a pas encore appris le parti que la construction des machines pourrait en tirer, et, sous ce rapport, nous croyons devoir nous abstenir d'en parler.

» En résumé, dans les trois numéros de la *Revue d'Artillerie*, que le Ministre de la Guerre a soumis à l'examen de l'Académie, vos Commissaires croient devoir signaler plus spécialement à votre attention :

» 1° L'analyse complète, faite par M. le capitaine Jouart, du Mémoire italien, relatif aux belles expériences, exécutées à Turin, sur les principaux métaux employés dans la fabrication des canons, par M. le colonel Rosset.

» 2° Le Mémoire de M. le commandant Duchesne, sur la dépendance mutuelle des divers éléments d'un système d'artillerie.

» Ils vous proposent de remercier M. le Ministre de cette Communication, en lui faisant connaître que ces travaux semblent dignes de votre approbation. »

Les conclusions de ce Rapport sont mises aux voix et adoptées.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

THERMODYNAMIQUE. — *Application de la théorie mécanique de la chaleur à l'étude des liquides volatils; relations simples entre les chaleurs latentes, les poids atomiques et les tensions des vapeurs.* Mémoire de M. **R. Pictet.** (Extrait.)

(Commissaires : MM. Edm. Becquerel, Jamin, Tresca.)

« *Conclusions.* — Les considérations développées dans mon Mémoire me conduisent à formuler cinq lois principales :

» 1° Pour tous les liquides, la cohésion est constante.

» 2° La dérivée du logarithme népérien du quotient des tensions par rapport aux températures est constante pour tous les liquides, quand on la rapporte à la même pression et à la même température.

» 3° Les chaleurs latentes de tous les liquides, rapportées à une même pression, multipliées par le poids atomique rapporté à la même température, donnent un produit constant.

» 4° Pour tous les liquides, la différence des chaleurs latentes internes à deux températures quelconques, multipliée par le poids atomique, est un nombre constant.

» Enfin, si nous rapprochons les résultats de cette étude de la loi de Dulong et Petit sur les chaleurs spécifiques, nous pouvons dire que :

» 5° Les chaleurs latentes de tous les liquides sont des multiples des chaleurs spécifiques. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Action de l'ammoniaque sur la rosaniline.* Note de M. E. JACQUEMIN.

(Commissaires : MM. Chevreul, Fremy.)

« MM. Persoz, de Luynes et Salvétat (1) avaient constaté que la fuchsine, appelée depuis rosaniline, est susceptible de jouer le rôle d'acide faible; qu'elle s'unit, par exemple, avec l'ammoniaque, pour former une combinaison incolore, mais altérable par l'excès même du dissolvant, et d'ailleurs devenue incapable de teindre sans l'intervention d'un acide, qui la déplace et lui rende son aptitude à se combiner aux fibres textiles.

» En 1861, reprenant l'étude de cette question, après la publication de mon Mémoire sur les rouges d'aniline (2), je remarquai que l'altération de la fuchsine n'est pas immédiate, qu'elle ne se produit que graduellement, et qu'il faut un certain nombre de jours pour qu'elle devienne complète. Je fis voir chaque année, depuis cette époque, au cours de Chimie organique de l'École supérieure de Pharmacie de Strasbourg, qu'il est possible de rendre manifeste la présence de la couleur jusqu'à son entière transformation, et cela sans l'intervention d'un acide. Il suffit de plonger de la laine, préalablement mouillée, dans la solution ammoniacale incolore (3),

---

(1) *Rapport d'expertise sur le rouge d'aniline*, 1860; PELOUZE et FREMY, *Traité de Chimie générale*, 3e édition, t. IV, p. 710.

(2) Février 1861, procès Renard et Franck contre Depouilly frères et Ch. Lauth.

(3) Toutes les fuchsines ne se décolorent pas complétement; il peut rester une teinte légèrement rosée.

que l'on chauffe modérément, sans atteindre le bouillon, pour constater ce phénomène curieux, d'un tissu qui se teint en rouge vif, au sein d'un liquide incolore.

» D'après M. Hoffmann, le rouge d'aniline est un composé d'une base incolore et d'un acide. Or, cet acide du produit commercial ayant été engagé en combinaison avec l'ammoniaque, il n'est pas possible d'admettre que la laine sollicite la décomposition du sel ammoniacal et la reconstitution du rouge pour s'y unir. On est conduit, dès lors, à considérer la combinaison de la rosaniline et de l'ammoniaque comme un composé moléculaire, qui se dissocie par la chaleur, la laine ayant la propriété de s'unir à la base blanche, qui abandonne l'ammoniaque, et de remplir vis-à-vis d'elle le rôle d'un acide en engendrant un composé rouge.

» L'étude de cette question ayant été continuée, j'aurai l'honneur, dans une prochaine Communication, d'indiquer les produits de l'action décomposante qu'exerce l'ammoniaque sur les différentes couleurs de l'aniline, et de mieux préciser son rôle premier. On verra qu'il n'est même pas possible d'admettre toujours une combinaison moléculaire, et que, dans le cas du bleu d'aniline par exemple, il n'est pas nécessaire de sortir du phénomène de simple dissolution, puisque l'écheveau de coton que l'on y trempe se teint en bleu par le seul fait de l'évaporation du dissolvant à l'air. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur la constitution des matières collagènes.* Note de MM. P. **Schützenberger** et A. **Bourgeois**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Nos expériences ont porté sur l'ichthyocolle, l'osséine, la gélatine et la chondrine provenant des cartilages costaux de veau.

» En appliquant à ces produits dégraissés à l'éther la méthode générale d'investigation décrite antérieurement (1), on a trouvé les résultats suivants contrôlés par un grand nombre d'analyses élémentaires :

Nature du dosage.	Ichthyocolle.	Osséine.	Gélatine.	Chondrine.
Azote de l'ammon. dégagée..	3,47-3,49	3,35	2,8	2,88
Acide oxalique	4,1	3,62	3,30	4,2
Acide carbonique	2,5-2,9	3,1	2,72	2,45
Acide acétique	1,5-1,5-1,9	1,44	1,5	4,69

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXI, p. 1108.

Nature du dosage.		Ichthyocolle.	Osséine.	Gélatine.	Chondrine.	
Analyse élémentaire du mélange amidé.	Carbone......	44,83	46,26-46,7	45,16	46,9	46,4
	Hydrogène....	7,37	7,31-7,6	7,36	7,04	7,10
	Azote........	14,44	14,10	14,30	11,7	11,6
	Oxygène.....	33,36	32,23	33,18	34,36	34,9
Formule déduite de l'analyse :		$C^{3,62}H^{7,148}AzO^{2,022}$	$C^{3,83}H^{7,25}AzO^{2}$	$C^{3,66}H^{7,20}AzO^{2,03}$	$C^{4,676}H^{8,49}AzO^{2,57}$	

» Les principales conclusions que l'on peut tirer de ces nombres sont les suivantes :

» 1° Comme pour les matières albuminoïdes et la fibroïne, l'azote dégagé sous forme d'ammoniaque d'une part, et les acides carbonique et oxalique d'autre part, sont dans des rapports tels que la production simultanée de ces trois corps peut être considérée comme liée à l'hydratation de l'urée et de l'oxamide. Pour la gélatine et la chondrine l'accord est presque complet; avec l'ichthyocolle et l'osséine, il y a un excès de 0,3 à 0,25 d'azote trouvé, sur la quantité calculée d'après le poids de CO^2 et de $C^2H^2O^4$.

» 2° L'analyse élémentaire du mélange amidé montre que pour l'ichthyocolle, l'osséine et la gélatine la composition de ce mélange est la même, à peu de chose près; le rapport d'atomes entre l'azote et l'oxygène est très-voisin de 1 : 2, on ne doit donc s'attendre à y trouver que des termes des deux séries $C^nH^{2n+1}AzO^2$ et $C^nH^{2n-1}AzO^2$; le rapport d'atomes du carbone et de l'hydrogène est presque de 1 : 2, l'azote se partage donc à peu près exactement entre les termes $C^nH^{2n+1}AzO^2$ et ceux $C^nH^{2n-1}AzO^2$.

» Pour la chondrine, outre une proportion d'acide acétique trois fois plus grande, on voit : 1° qu'il y a entre l'azote et l'oxygène un rapport atomique égal à 1 : 2,57, ce qui indique la présence probable dans le mélange amidé de composés de la série $C^nH^{2n-1}AzO^4$; 2° que le rapport atomique entre le carbone et l'hydrogène est très-voisin de $n : 2n - 1$, ce qui implique une très-notable prépondérance des termes des deux séries $C^nH^{2n-1}AzO^2$ et $C^nH^{2n-1}AzO^4$.

» Ces conclusions sont confirmées par l'analyse immédiate des mélanges amidés.

» Pour l'ichthyocolle, l'osséine et la gélatine, on a trouvé comme constituants du mélange amidé :

1° Glycocolle 20 à 25 pour 100;
2° Alanine $C^3H^7AzO^2$;
3° Acide amido-butyrique $C^4H^9AzO^2$;
4° Traces d'acide glutamique;
5° Termes de la série $C^nH^{2n-1}AzO^2$ avec $n = 4$, 5 et 6, plus de 50 pour 100.

» En tenant compte de l'ensemble des résultats trouvés et de la composition initiale de l'ichthyocolle, de l'osséine et de la gélatine, la réaction provoquée par la baryte peut se formuler approximativement, avec de légères variantes quantitatives, d'un corps à l'autre, par l'équation suivante :

$$\underbrace{C^{76}H^{124}Az^{24}O^{29}\,(^*)}_{\text{Gélatine.}} + 18H^2O$$
$$= \underbrace{C^2H^2O^4}_{\text{Acide oxalique.}} + \underbrace{CO^2}_{\text{Acide carbonique.}} + \underbrace{0,5(C^2H^4O^2)}_{\text{Acide acétique.}} + \underbrace{4AzH^3}_{\text{Ammoniaque.}} + \underbrace{C^{72}H^{144}Az^{20}O^{40}}_{\text{Mélange amidé.}}\,(^{**}).$$

» Le mélange amidé se décompose de la manière suivante :

$$C^{72}H^{144}Az^{20}O^{40} = \underbrace{6(C^2H^5AzO^2)}_{\text{Glycocolle.}} + \underbrace{2(C^3H^7AzO^2)}_{\text{Alanine.}} + \underbrace{2(C^4H^9AzO^2)}_{\text{Acide amidobutyrique.}}$$
$$\underbrace{+ 6(C^4H^7AzO^2) + 2(C^5H^9AzO^2) + 2(C^6H^{11}AzO^2)}_{\text{Termes de la série acrylique.}}.$$

» Le mélange amidé de la chondrine ne contient presque pas de glycocolle; on y a trouvé des acides de la série $C^nH^{2n-1}AzO^4$, de l'analine, de l'acide amidobutyrique et les termes de la série acrylique $C^4H^7AzO^2$ et $C^5H^9AzO^2$. La décomposition peut se formuler de la manière suivante :

$$\underbrace{C^{99}H^{156}Az^{24}O^{42}\,(^{***})}_{\text{Chondrine.}} + 18H^2O$$
$$= \underbrace{C^2H^2O^4}_{\text{Acide oxalique.}} + CO^2 + \underbrace{1,5(C^2H^4O^2)}_{\text{Acide acétique.}} + \underbrace{4AzH^3}_{\text{Ammoniaque.}} + \underbrace{C^{93}H^{172}Az^{20}O^{52}}_{\text{Mélange amidé.}}\,(^{****}).$$

» Il est à remarquer que, dans ces composés, le nombre des molécules d'eau fixées pendant la réaction est inférieur au nombre des atomes d'azote du produit. »

GÉOLOGIE. — *Carte du globe terrestre en projection gnomonique sur l'horizon du pôle nord;* par M. **Thoulet.**

(Commissaires : MM. Ch. Sainte-Claire Deville, Daubrée, d'Abbadie.)

« La carte que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie représente le globe en projection gnomonique sur l'horizon du pôle nord; l'équateur

	(*)		(**)		(***)		(****)	
	Calculé.	Trouvé.	Calculé.	Trouvé.	Calculé.	Trouvé.	Calculé.	Trouvé.
Carbone....	49,68	50,00	44,81	44,83	49,96	50,16	46,50	46,9
Hydrogène..	6,75	6,72	7,46	7,37	6,63	6,58	7,16	7,16
Azote......	18,30	18,32	14,52	14,44	14,44	14,18	11,66	11,7
Oxygène....	25,27	24,96	33,21	33,36	28,97	29,08	34,68	34,3

se projetant à l'infini et la grandeur des degrés de latitude augmentant de plus en plus à mesure que l'on s'éloigne davantage du pôle, la carte ne s'étend que jusqu'au onzième degré de latitude nord; c'est ce parallèle que figure la circonférence extrême de la carte. Sans dépasser les limites ordinaires des papiers à dessin, il sera aisé d'obtenir 5 ou 6 degrés de plus en se rapprochant de l'équateur. La portion teintée en gris représente l'hémisphère septentrional du globe; les continents teintés en brun sont la projection, en quelque sorte virtuelle, de l'hémisphère sud. Tout point de la projection marque deux antipodes terrestres; en effet, chaque point de la carte n'est autre que l'intersection avec le plan tangent de projection de la droite passant par le centre de la sphère; or, cette droite coupe évidemment la sphère en deux points diamétralement opposés. Les formules servant à obtenir par le calcul le canevas de la projection sont celles que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie dans une Note insérée au *Compte rendu* du 15 février 1869 et que j'ai développées avec plus de détails dans deux Mémoires parus au *Bulletin de la Société de Géographie de Paris* (janvier 1868 et août 1874).

» J'ai calculé un certain nombre de points du réseau pentagonal de M. Élie de Beaumont, et je les ai transportés graphiquement sur la carte; enfin, j'ai indiqué en rouge, et seulement avec l'exactitude que comporte un simple tracé graphique, la position des volcans du globe. Ce système de projection donne évidemment d'énormes déformations; mais, loin d'être nuisibles pour le but spécial que nous nous proposons, ces déformations présentent au contraire l'avantage de montrer avec encore plus de netteté la disposition linéaire de ces accidents de la surface terrestre. Si nous traitons la question de la symétrie pentagonale à un point de vue exclusivement pratique et expérimental et si, d'avance, nous nous déterminons à écarter toute idée préconçue, de quelque certitude qu'elle soit accompagnée d'autre part, il semble évident que, sur un planisphère disposé comme le nôtre, on verra d'un seul coup d'œil, autoptiquement, si les émanations volcaniques, métallifères, etc., sont ou ne sont pas disposées suivant des grands cercles de la sphère, c'est-à-dire en lignes droites sur la carte. En supposant ce point démontré, et il le sera de lui-même, on reconnaîtra si ces droites sont en nombre plus ou moins considérable, si elles sont parallèles, si leurs points remarquables géométriquement se distinguent ou non sur le terrain par des caractères physiques particuliers. Pour cela, il est nécessaire de reprendre ce travail et de l'exécuter dans ses moindres dé-

tails avec toute la rigueur mathématique, soit qu'il s'agisse de l'établissement du canevas, ou du tracé géographique, du pointement des divers centres d'activité volcanique, des gisements métallifères ou des lignes de géographie physique, telles que lignes isothermes, isochimènes, isobarométriques, etc. C'est à ce long travail que j'ai résolu de consacrer mon temps; mais, avant de l'entamer d'une façon définitive, j'ai tenu à soumettre à l'Académie mon avant-projet et mon espoir d'éclaircir, par un procédé graphique et parlant de lui-même, quelques-unes des grandes opinions émises sur la Géologie, la Physique du globe ou la Géographie par MM. Élie de Beaumont, Ch. Sainte-Claire Deville, Dana, etc. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *De l'action du froid sur le lait et les produits qu'on en tire;* par M. **Eug. Tisserand.** (Extrait.)

(Renvoi à la Section d'Agriculture.)

« De nombreuses recherches ont été déjà faites pour déterminer la composition chimique du lait des diverses espèces animales, et fixer sa constitution physique.

» L'objet de cette Note n'est pas de tracer l'historique de la question, mais de présenter quelques faits de nature à intéresser l'industrie rurale, et plus particulièrement les cultivateurs qui s'occupent de la production du lait et de la conversion de ce produit en beurre et en fromage.

» Lorsqu'on soumet le lait d'une vache, immédiatement après la traite, ou peu de temps après cette opération, à des températures différentes, comprises entre zéro et 36 degrés, et qu'on le maintient pendant vingt-quatre ou trente-six heures à la même température initiale, on constate les faits suivants :

» 1° La montée de la crème est d'autant plus rapide que la température à laquelle a été exposé le lait se rapproche plus de zéro.

» 2° Le volume de crème obtenu est plus grand quand le lait a été soumis à un plus fort refroidissement.

» 3° Le rendement en beurre est aussi plus considérable quand le lait a été exposé à une température plus basse.

» 4° Enfin le lait écrémé, le beurre, le fromage sont de meilleure qualité dans ce dernier cas.

» En ce qui concerne la qualité qu'acquièrent le lait, le beurre et la caséine, par le traitement du lait à basse température, nos expériences ne

sauraient évidemment en donner l'explication ; les belles découvertes de M. Pasteur sur les ferments, sur leur origine, sur les circonstances qui favorisent ou arrêtent leur développement, sur les altérations qu'ils produisent dans les milieux où ils se trouvent, nous semblent avoir ici leur application. Il est assez probable, ainsi que nous le faisait remarquer M. Boussingault, que le refroidissement énergique arrête l'évolution des organismes vivants qui constituent les ferments, et empêche de se produire les altérations dues à leur action : ce traitement déterminerait, dans le lait, des effets analogues à ceux qui se manifestent dans la fabrication et la conservation, par la glace, de la bière de Vienne, si remarquable par sa qualité; il y a là, au reste, un vaste champ de recherches à explorer; nous n'avons voulu que l'indiquer pour le moment.

» Quoi qu'il en soit, les faits qui précèdent suffisent pour montrer combien sont erronées les idées qui ont cours en France sur le crémage du lait et sur la fabrication du beurre, à savoir qu'il faut tenir le lait destiné à être écrémé à la température de 12 à 13 degrés, et ne pas aller au-dessous de cette température, parce qu'alors la crème monte mal, etc.; les applications à en tirer sont nombreuses : elles se déduisent assez d'elles-mêmes pour que nous n'ayons pas à insister.

» Le lait de nos vaches est généralement d'une qualité supérieure; mais, à part quelques départements, on n'en tire presque partout que des produits (surtout le beurre) plus ou moins défectueux. Pour avoir des produits supérieurs, il faut réaliser deux conditions, une propreté extrême et le traitement du lait par le froid.

» On conçoit ce qu'une amélioration, même légère, dans une industrie dont la production annuelle est de 1 $\frac{1}{2}$ milliard de francs, et l'exportation en beurre de près de 100 millions de francs, présenterait d'avantages pour notre agriculture : nous avons à nos portes un vaste marché, qui ne demande qu'à recevoir et à consommer le double ou le triple de ce que nous lui envoyons et à en payer la qualité.

» On a déjà reconnu dans le nord de l'Europe, ainsi que je l'ai dit dans une précédente Communication (1), qu'il fallait abandonner les anciennes pratiques; on y a été amené à refroidir le lait à 8 et à 6 degrés, à l'aide de grands bassins remplis d'eau de source et même au moyen de glace. Ce n'est pas un refroidissement suffisant encore, comme le démontrent nos

(1) *Comptes rendus des séances de la Société centrale d'Agriculture de France*, 1874, n° 12.

expériences; mais c'est déjà un progrès, qui a eu les plus heureuses conséquences, en étendant jusqu'à l'extrême orient la zone d'exportation des beurres préparés en Danemark de cette façon, en augmentant le prix de ce produit et du fromage maigre, et en les faisant rechercher de plus en plus sur les marchés étrangers. Cette réforme a permis, d'autre part, de diminuer les frais de production en réduisant les frais de main-d'œuvre (il y a un écrémage de moins, et l'emploi des grands brocs de 50 litres rend les lavages plus expéditifs), en supprimant ces installations coûteuses de calorifères, la dépense de combustible en hiver, et les frais assez dispendieux pour l'achat et l'entretien d'un nombre considérable de petits vases à crème.

» Le traitement du lait à basse température est chez nous tout aussi facile qu'ailleurs, il sera tout aussi économique et avantageux : il n'y a qu'à utiliser dans ce but les eaux de source et de puits les plus froides, et à se servir de la glace quand on a besoin de les refroidir au degré convenable. L'emmagasinement de la glace constitue sans doute une dépense, mais celle-ci est minime; la glace se recueille à un moment où les travaux de la campagne sont considérablement ralentis, et où les loisirs sont longs dans les fermes. On peut, d'autre part, se servir de silos peu coûteux, comme cela se pratique dans les exploitations du nord de l'Europe. »

M. A. Barthélemy soumet au jugement de l'Académie un Mémoire portant pour titre : « Étude théorique et expérimentale sur les vibrations des plaques et membranes elliptiques ».

(Commissaires : MM. Fizeau, Puiseux.)

M. L. Fleury adresse une Note relative à la formule de la cinchonidine. L'auteur est conduit, par la discussion des analyses de Leers et de Stalhschmidt, à la formule $C^{18}H^{22}Az^{2}O$, comme représentant le plus exactement les résultats numériques obtenus.

M. E. Duchemin adresse de nouveaux documents relatifs aux avantages de sa boussole circulaire, constatés par l'expérience à bord des navires.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Guérot adresse une Note relative à un procédé qui pourrait être employé pour prévenir les explosions de grisou.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. F.-A. Forel adresse une Note intitulée : « De la sélection artificielle, dans la lutte contre le Phylloxera de la vigne ».

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. Léon adresse une nouvelle Note relative au choix de l'unité monétaire.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

MM. Gaugain, Grimaux adressent des remercîments, pour les distinctions dont leurs travaux ont été l'objet dans la dernière séance publique.

ANALYSE. — *Sur les covariants des formes binaires;* par M. C. Jordan.

« Soient A, B, C,... des formes binaires en nombre quelconque. On sait que tout covariant de ce système peut être représenté par une somme de produits symboliques de déterminants (ab) et de facteurs linéaires a_x.

» Supposons d'abord que les formes données A, B, C,... aient leurs ordres au moins égaux à $2l$; on aura le théorème suivant :

» Théorème I. — *Tout covariant du système* A, B, C,... *peut se mettre sous la forme* P + Q + R;

» P *étant une fonction linéaire de produits symboliques, dont chacun contient en facteur un déterminant élevé à une puissance supérieure à* l;

» Q *une fonction linéaire de produits symboliques, contenant en facteur des expressions de la forme* $(ab)^l(bc)^l(ca)^\rho$, *où* $\rho > 0$;

» *Enfin* R *une fonction entière de produits symboliques, dont chacun aura la forme suivante :*

$$R = (ab)^\mu (bc)^\nu (cd)^{\mu'} (de)^{\nu'} \ldots a_x^\alpha b_x^\beta c_x^\gamma d_x^\delta \ldots,$$

les exposants $\mu, \nu, \mu', \nu', \ldots$ *étant différents de zéro et satisfaisant aux relations*

$$\nu \leqq \frac{\mu}{2}, \quad \nu' \leqq \frac{\mu'}{2}, \qquad \nu'' \leqq \frac{\mu''}{2}, \ldots,$$

$$\mu \leqq l, \quad \mu' \leqq \mu - \nu - \varepsilon, \quad \mu'' \leqq \mu' - \nu' - \varepsilon', \ldots,$$

($\varepsilon^{(i)}$ *étant égal à* 0 *ou à* 1, *suivant que* $\mu^{(i)}$ *est pair ou impair*).

» Désignons d'ailleurs par $E(x)$ le plus grand entier contenu dans x,

et formons une fonction numérique f définie par les équations suivantes :

$$f(1)=0,\quad f(2)=1,\quad f(3)=2,$$
$$f(2i+1)=f(2i)+2\mathrm{E}\left[\frac{f(i+2)}{4}\right],$$
$$f(2i+2)=f(2i+1)+2\mathrm{E}\left[\frac{f(i+2)+2}{4}\right],$$

et désignons enfin par ψ la fonction inverse de f : on pourra compléter l'énoncé du théorème I par la proposition suivante :

» Théorème II. — *Le nombre des symboles $a, b, c, d, e,\ldots$, qui figurent dans l'expression des covariants* R, *ne pourra surpasser* $\psi(e)$.

» Soient maintenant A, B, C,... un système de formes, en nombre quelconque, mais dont les ordres ne surpassent pas un nombre donné n ; Φ un covariant quelconque de ce système. Nous appellerons *poids* de ce covariant l'expression $p_n d_n + p_{n-1} d_{n-1} + \ldots + p_1 d_1$, d_ρ désignant son degré total par rapport aux coefficients de celles des formes données qui sont d'ordre ρ, et $p_n,\ldots,p_1$ étant des coefficients numériques convenablement choisis.

» Supposons-les déterminés de proche en proche, de manière à satisfaire aux inégalités suivantes :

$$p_n = 1,\ldots,\quad p_{2\mu} \geqq 2p_{2\mu+1},\quad p_{2\mu-1} \geqq \tfrac{3}{2} p_{2\mu},$$
$$p_\rho \geqq \mathrm{S}_\rho \frac{p_{2\rho}}{\rho} + \mathrm{S}_{\rho+1}\frac{p_{2\rho+2}}{\rho+1} + \ldots + \mathrm{S}_m \frac{p_{2m}}{m},$$

en posant, pour abréger,

$$\mathrm{S}_k = (2k+1)\psi(k) + (2k+3)\psi(k+1) + \ldots + (2m+1)\psi(m),\quad m = \mathrm{E}\left(\frac{n}{2}\right);$$

nous obtiendrons le théorème fondamental suivant :

» Théorème III. — *Un covariant quelconque Φ peut s'exprimer en fonction entière de covariants dont l'ordre ne surpasse pas S_1, et dont le poids ne surpasse pas $p_1(1+\mathrm{S}_1)$.* »

GÉOMÉTRIE. — *Sur une classe particulière de polygones gauches inscriptibles;* par M. P. Serret.

« 1. Pour établir, par la Géométrie, que tout décagone gauche dont les côtés opposés se coupent deux à deux sur un même plan est inscriptible à

une surface du second ordre, désignons par A, B, C, D, E, A', B', C', D', E' les sommets successifs du décagone dont il s'agit, et soient K, L, M, N, P les points de rencontre des côtés opposés AB et A'B', BC et B'C', CD et C'D', DE et D'E', EA' et E'A.

» Soient, en outre, K', L', M', N', P' les points de rencontre des diagonales AA' et BB', BB' et CC',..., EE' et AA'.

» Les triangles K'AB et K'A'B', coupés respectivement par les transversales $\overline{KA'B'}$ ou $\overline{ABK}$, donnent d'abord les relations

$$\frac{KA}{KB}\frac{B'B}{B'K'}\frac{A'K'}{A'A} = 1,$$
$$\frac{KA'}{KB'}\frac{BB'}{BK'}\frac{AK'}{AA'} = 1,$$

et l'on en déduit

$$(1)\qquad \left(\frac{KA}{KB}\frac{KA'}{KB'}\right)\times\left(\frac{K'A.K'A'}{K'B.K'B'}\right)\times\left(\frac{\overline{BB'}^2}{\overline{AA'}^2}\right) = 1 \quad \text{ou} \quad R_1\times R'_1\times R''_1 = 1.$$

» Les quatre autres couples de côtés opposés donnent de même

$$(2)\qquad R_2\times R'_2\times R''_2 = 1,$$
$$\vdots\qquad \ldots\ldots\ldots\ldots,$$
$$(5)\qquad R_5\times R'_5\times R''_5 = 1.$$

De là, en multipliant ces égalités membre à membre et ayant égard à l'identité

$$R''_1 R''_2 \ldots R''_5 = \left(\frac{BB'}{AA'}\right)^2\left(\frac{CC'}{BB'}\right)^2\ldots\left(\frac{AA'}{EE'}\right)^2 = 1,$$

il vient

$$(A)\qquad R_1 R_2 \ldots R_5 \times R'_1 R'_2 \ldots R'_5 = 1.$$

» D'une autre part, le décagone proposé, coupé par le plan transversal KLMNP, donne la relation

$$\frac{KA}{KB}\frac{LB}{LC}\cdots\frac{KA'}{KB'}\frac{LB'}{LC'}\cdots = 1$$

ou

$$(B)\qquad R_1 R_2 \ldots R_5 = 1.$$

On a donc simplement

$$(A')\qquad R'_1 R'_2 \ldots R'_5 = 1,$$

c'est-à-dire

$$(A'') \qquad \frac{K'A.K'A'}{K'B.K'B'}\,\frac{L'B.L'B'}{L'C.L'C'}\cdots = 1,$$

relation identique à celle que fournirait le théorème de Carnot appliqué aux côtés du pentagone gauche K'L'M'N'P', coupés en A et A', B et B',..., E et E' par une surface du second ordre. Donc, etc.

» 2. THÉORÈME. — *Tout octogone gauche dont les côtés opposés se coupent deux à deux sur un même plan est inscriptible à une infinité de surfaces du second ordre.*

» En d'autres termes, les sommets d'un tel octogone sont toujours huit points *associés* ou huit points tels, que toute surface du second ordre menée arbitrairement par sept d'entre eux passe d'elle-même par le dernier.

» La démonstration précédente s'applique, sans modification, à ce nouveau théorème, dont l'établissement analytique présente plus de difficultés.

» 3. Des considérations analogues à celles que l'on a employées au n° 1 permettent d'apporter à la théorie des transversales quelques contributions nouvelles, qui ne paraissent pas sans intérêt. On en déduit, en particulier, un théorème général applicable, sous un seul et même énoncé, à trois séries de polygones distincts, inscrits, circonscrits ou conjugués à une même conique. Et l'on se trouve ainsi avoir ramené à l'évidence la célèbre proposition de Poncelet sur les polygones simultanément inscrits et circonscrits à deux coniques. C'est ce que nous pourrons montrer dans une Note ultérieure. »

ÉLECTRICITÉ. — *Actions magnétiques exercées sur les gaz raréfiés des tubes de Geissler* (quatrième Note); par M. **J. Chautard** (1).

« Il est parfaitement établi aujourd'hui que les gaz et même les vapeurs métalliques présentent des spectres qui diffèrent avec les conditions où ils peuvent être accidentellement placés, et dont les plus importantes sont la température, la pression, les combinaisons dans lesquelles les corps se trouvent engagés. Les expériences que j'ai indiquées antérieurement montrent que, à ces causes, il est permis de joindre l'action magnétique d'un puissant électro-aimant. Que le magnétisme agisse ici en modi-

(1) Voir *Comptes rendus*, 16 novembre 1874, p. 1123; 3 mai 1875, p. 1161; 12 juillet 1875, p. 75.

fiant passagèrement, soit la pression, soit la température, soit même la nature de la combinaison, si le corps est composé, c'est là un fait qui me semble résulter de l'ensemble de mes recherches.

» Jusqu'à présent, je me suis borné à constater et à enregistrer les phénomènes, sans pouvoir trouver la relation existant entre eux et l'état magnétique ou diamagnétique du gaz étudié; toutefois, il paraît évident que la matière gazeuse renfermée dans la partie étroite des tubes de Geissler subit, de la part de l'aimant, une attraction ou une répulsion d'où résulte une compression contre la paroi du tube et une modification dans l'état physique du filet lumineux. Le changement du spectre s'expliquerait alors : ne sait-on pas, en effet, que, si l'on transmet le courant d'une bobine à travers un tube de Geissler qui n'offre pas partout le même diamètre, on observe, dans la partie la plus large, un spectre à bandes, ou même un spectre tout à fait continu, tandis que la partie étroite donne un spectre linéaire? J'ai eu occasion de vérifier le fait pour l'*iode*, le *brome*, le *chlore* et l'*hydrogène*. Partant de là, j'ai soumis à l'action de l'aimant divers tubes conformés selon ces indications et renfermant les gaz que je viens de mentionner; j'ai été amené à conclure que la modification apportée au spectre par l'effet du magnétisme est d'autant plus saillante, que le diamètre du tube est plus grand; ces diamètres variaient de $\frac{1}{10}$ de millimètre à 1 centimètre. Il a été difficile de poursuivre les expériences sur une plus grande largeur, vu la diminution rapide de l'action magnétique, à mesure que la distance augmente. Afin d'éviter l'objection tirée, soit de la différence de nature ou de pression des gaz, soit d'autres causes ignorées, je prenais soin d'avoir, pour chaque gaz, un même tube formé de plusieurs pièces soudées bout à bout et de diamètres connus. Les changements qui s'opèrent dans l'état du gaz peuvent être suivis, non-seulement au spectroscope, mais même extérieurement et à simple vue. Avec un tube capillaire, il n'y a rien de bien saillant; mais, si le tube offre une section de 2 ou 3 millimètres seulement, on voit, sans appareil, dans le voisinage de l'aimant, le filet gazeux devenir plus brillant et plus étroit, en même temps que le gaz est refoulé près de la surface du tube, phénomène accompagné, au passage du courant, non-seulement d'une modification spectrale, mais parfois aussi d'une élévation de température sensible à la main.

» J'ai indiqué précédemment comment ces modifications, avec l'hydrogène surtout, se traduisent par l'apparition d'une ligne jaune, invisible avant l'action magnétique, et qui devient extrêmement saillante lorsque

l'aimant était animé, celle de la *soude* comme complément de cette expérience; j'ajouterai que, si le verre du tube, au lieu d'être à base de soude, était à base de potasse, la raie n'apparaîtrait pas, ce qui, si cela était nécessaire, confirmerait l'explication donnée sur l'origine de cette bande.

» J'ai traduit dans mon Mémoire toutes les raies lumineuses en longueur d'onde, en employant pour cela un procédé graphique connu des physiciens. J'extrais de mon travail le fait suivant, relatif au fluorure de silicium, lequel, par sa netteté, est très-propre à mettre en relief l'action de l'aimant.

» Les tubes de Geissler au fluorure de silicium offrent un spectre qui se distingue par un certain nombre de bandes, dont les principales ont pour longueur d'onde, en millionièmes : 624, 618, 576, 565, 536, 528, 520, 503, 498. Au moment où l'aimant entre en jeu, toutes ces raies disparaissent, ou du moins s'affaiblissent considérablement, par suite du contraste établi entre elles et trois raies nouvelles, très-lumineuses, l'une dans le rouge, dont la longueur correspond à 634; puis, dans le vert, une double raie dont les ondulations coïncident avec une valeur de 509 et 504. Si l'on interrompt le courant magnétique, ces dernières raies s'évanouissent, les premières réapparaissent et cela indéfiniment. Ne serait-ce point là encore l'indice d'une réaction chimique nouvelle, produite par l'influence de l'aimant?

» En terminant cette Note, je ferai remarquer que chaque observateur, avant de calculer les résultats numériques de ses expériences, doit déterminer d'abord l'erreur personnelle qui lui est propre. Il m'est arrivé, en effet, de faire faire, dans le cours d'une même séance, des observations par plusieurs personnes, familières cependant avec le maniement du spectroscope, et d'obtenir chaque fois des nombres différents. J'ajouterai que cet écart, qui n'excède jamais $\frac{1}{2}$ ou 1 degré du micromètre, est le même pour chaque individu, d'un nombre à un autre; aussi, dans le calcul définitif, est-il facile d'en tenir compte et de rendre ainsi les résultats comparables. »

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur le spectre de l'azote et sur celui des métaux alcalins, dans les tubes de Geissler* (suite). Note de M. G. SALET, présentée par M. Wurtz.

« Les raies décrites par M. Schüster (1) n'ont pas été retrouvées par MM. Stearn et Wüllner. Ces physiciens, après avoir constaté l'évanouisse-

(1) *Poggendorff's Annalen*, t. CXLVII, p. 106.

ment du spectre de bandes, ont vu apparaître le spectre bien connu de l'oxyde de carbone ou de l'acétylène. Les tubes de M. Schüster, préparés avec plus de soin, n'ont donné, au bout d'un certain temps, que les lignes brillantes de l'hydrogène. Quelle était donc l'origine des raies signalées dans le Mémoire de 1872? Il est permis de l'attribuer à la vapeur de sodium.

» On remarque, en effet, que les nombres publiés n'ont pas été obtenus par une mesure directe, mais se rapportent aux raies de l'azote du spectre de Plücker, qui paraissent coïncider avec les raies observées. Ce ne sont pas, d'ailleurs, les plus caractéristiques. Or, si l'on chauffe du sodium dans un tube de Geissler, ou dans un appareil semblable à celui décrit au § I, en faisant passer l'étincelle, on observe la production d'une vive lumière jaune-verdâtre dont le spectre est composé des raies suivantes :

Spectre du sodium.

615,5 double	515,3
589,2 » (D)	498,3
568,7 »	467

» Ces nombres sont très-voisins de ceux de M. Schüster; seule la raie 498,3 ne figure pas dans le tableau de ce savant : elle est remplacée par 489,4. Inversement, on trouve dans ce tableau trois raies extrêmes : 628,8-421,4 et 418,4, que je n'ai pu produire, et que MM. Thalèn et Lecoq de Boisbaudran ne signalent pas non plus. Chose curieuse, ces raies coïncident presque avec les raies caractéristiques du rubidium (629,6-421,6 et 420,2). Je ne voudrais, en aucune façon, dire que ce métal existait dans le sodium de M. Schüster, surtout en présence de l'incertitude des longueurs d'onde; mais, en tout cas, il doit donner très-facilement un spectre dans les tubes de Geissler : car le potassium se prête déjà beaucoup mieux que le sodium à ces sortes d'expériences. Il fournit très-aisément et avec une grande netteté un spectre de raies dont voici les principales :

Spectre du potassium.

583	535,3	511	404,4
580	533,5	509	
578,3	532	...	

» Il doit être possible, en employant la même méthode, mais dans des conditions expérimentales légèrement différentes, de produire non-seulement les spectres secondaires des métaux alcalins, comme on l'a fait dans les présentes recherches, mais encore leurs spectres primaires, dont on doit la découverte si intéressante à MM. Roscoë et Schüster. »

MAGNÉTISME. — *Sur l'action de la chaleur dans l'aimantation.* Note de M. L. FAVÉ, présentée par M. Jamin.

« On sait depuis longtemps que l'état magnétique d'un barreau d'acier change avec la température; Coulomb, Kupffer et d'autres physiciens ont étudié les lois fort complexes de la diminution de l'intensité magnétique; la conséquence la plus nette de leurs expériences est que, en élevant jusqu'à une certaine limite la température de l'acier, on lui fait perdre d'une façon définitive l'aimantation qu'il a reçue.

» M. Jamin a démontré récemment (1) que l'acier est susceptible de recevoir une aimantation considérable à une température où il perd presque entièrement celle qu'il a reçue à froid; mais que le magnétisme d'un barreau aimanté à chaud diminue très-rapidement, et finit, au bout d'un temps très-court, par disparaître presque complétement.

» Nous avons étudié les variations de l'intensité magnétique par la méthode de Van Rées, qui permet de déterminer rapidement la quantité totale de magnétisme libre dans un barreau.

» Si l'on fait glisser rapidement une hélice formée de quelques tours de fil de cuivre enroulé autour du barreau, depuis le milieu jusqu'à une distance où son influence n'est plus sensible, la déviation initiale de l'aiguille d'un galvanomètre, produite par le courant induit très-faible qui résulte de ce mouvement, mesure sensiblement la quantité totale de magnétisme libre du barreau. On s'assure que l'action de la terre n'est pas suffisante pour donner un courant induit qui troublerait le résultat.

» On a opéré sur des barres préalablement recuites, et refroidies lentement, de façon à pouvoir considérer les changements d'état comme absolument temporaires, et pour que les variations de trempe ne compliquent pas le phénomène.

» Le barreau à étudier est suspendu horizontalement à une tige de cuivre, au-dessus d'un tube percé d'une série de trous formant des becs de gaz assez rapprochés pour échauffer la barre dans toute sa longueur d'une façon sensiblement uniforme. Cette disposition permet d'introduire la bobine destinée à l'aimantation sans que, dans l'intérieur même, le barreau cesse d'être soumis à l'action de la source de chaleur, condition importante pour suivre dès son origine le phénomène de la déperdition.

(1) *Comptes rendus*, 22 décembre 1873.

On fait passer autour du barreau le courant d'une pile de 10 éléments de Bunsen, puis on retire la bobine; l'hélice de fils de cuivre, protégée par une enveloppe peu conductrice, est ensuite introduite jusqu'au milieu du barreau, puis retirée brusquement; on mesure la déviation initiale produite par ce dernier mouvement sur l'aiguille d'un galvanomètre à miroir. La température du barreau était donnée d'une façon approchée par un couple thermo-électrique.

» On a ainsi observé que la quantité de magnétisme rémanent diminue lentement à mesure que la température d'aimantation augmente; elle est encore considérable au rouge naissant, mais devient insensible au rouge-cerise.

» Le magnétisme, qui se perd très-rapidement si on laisse refroidir la barre, se conserve à toute température si l'on maintient le même état calorifique, sinon indéfiniment, du moins pendant un temps assez long pour que l'on puisse attribuer l'affaiblissement très-lent que l'on observe à des oscillations de température résultant de la difficulté de la maintenir parfaitement constante lorsqu'elle est très-élevée. Une augmentation ou une diminution de température est accompagnée d'une déperdition du magnétisme, qui ne dépend donc pas de la température d'aimantation de la barre, mais est un phénomène corrélatif du changement d'état calorifique. La quantité de magnétisme à une température déterminée dépend de la nature de l'acier, de la température d'aimantation et des changements d'état subis depuis l'aimantation.

» Si l'on échauffe le barreau, le magnétisme diminue suivant une loi qui dépend de la composition de l'acier, mais d'une façon assez régulière; si on le refroidit, la loi de la déperdition magnétique est très-différente de celle de la déperdition calorifique. La température diminue, comme on le sait, rapidement d'abord, puis de moins en moins vite, et peut être représentée d'une façon approximative par la formule de Newton

$$\theta = e^{-at}.$$

La déperdition magnétique est au contraire très-lente au commencement, puis augmente très-rapidement pour reprendre ensuite une valeur décroissante. Le tableau ci-joint donne la quantité de magnétisme, mesurée de minute en minute sur un barreau aimanté à environ 350 degrés :

Temps........	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	60
Quantités de magnétisme.	29	29	28,8	28,7	27	19	12	8	6,5	5	4	1,5
Températures..	350°			200°				100°				12°

» On voit qu'elle reste à peu près constante pendant trois minutes, puis

décroît en quatre minutes des $\frac{2}{3}$ de sa valeur, enfin diminue de moins en moins vite, et n'a plus, lorsque la barre est revenue à la température ordinaire, que $\frac{1}{20}$ de sa valeur initiale.

» Lorsqu'on fait varier la température d'aimantation, on voit que le temps pendant lequel la déperdition reste très-faible va en croissant à mesure que la température initiale augmente, bien que le refroidissement soit de plus en plus rapide. Le temps est d'ailleurs indépendant de la durée pendant laquelle on a maintenu l'aimantation constante en entretenant la température.

» Lorsque, ayant laissé refroidir une barre aimantée à chaud, on la chauffe de nouveau, on observe que la quantité de magnétisme augmente et peut atteindre jusqu'au triple de la valeur qu'elle avait conservée, en restant toutefois inférieure à celle qu'elle avait lors de l'aimantation à chaud. Cette observation est analogue à celle de M. Wiedmann pour le moment magnétique de barreaux aimantés à 100 degrés.

» Mais, en suivant la quantité de magnétisme à mesure que l'on chauffe, on voit qu'elle passe par un maximum dont la température varie avec la nature de l'acier, mais est toujours inférieure à la température d'aimantation ; si l'on continue à chauffer, le magnétisme se perd d'une façon définitive. En laissant la température au-dessous de celle qui correspond au maximum et en faisant refroidir, puis en réchauffant la barre, on voit que le second maximum est inférieur au premier, et ainsi de suite. Cette propriété appartient seulement au magnétisme reçu à chaud, et perdu par suite du refroidissement. Lorsqu'on échauffe une barre ayant reçu une aimantation partielle par le contact d'un aimant, ou conservée à la suite d'un échauffement, on voit le magnétisme diminuer d'une façon plus ou moins rapide, mais sans qu'il y ait d'augmentation.

» Nous avons étudié des barres de compositions diverses et de sections différentes; en variant aussi le mode d'échauffement, les quantités de magnétisme conservées aux mêmes températures se sont montrées différentes; mais nous avons observé d'une façon constante ces trois phénomènes :

» 1° La conservation du magnétisme à une température quelconque, lorsqu'on maintient cette température constante;

» 2° La diminution, d'abord lente, du magnétisme, devenant très-rapide au bout d'un temps variable avec la température d'aimantation;

» 3° L'augmentation de la quantité de magnétisme restant, après refroidissement, lorsqu'on échauffe de nouveau l'aimant.

» Le travail a été fait au laboratoire de recherches de la Sorbonne. »

M. Daubrée présente les observations suivantes, au sujet de la Communication de M. *L. Favé* :

« J'ai entendu avec un vif intérêt les résultats remarquables obtenus par M. L. Favé, dont notre confrère, M. Jamin, vient de rendre compte. A cette occasion je demande à l'Académie la permission de lui rappeler les faits que j'ai observés, en cherchant à imiter artificiellement le magnétisme polaire, présenté par certaines pépites de platine natif, résultat auquel je suis arrivé, en opérant sur du platine allié à 14, à 16 pour 100 de fer (1).

» Les lingots de platine que j'obtins d'abord étaient des formes arrondies et offraient plusieurs pôles lesquels étaient irrégulièrement disposés dans l'échantillon ; c'est d'ailleurs tout à fait ce qui arrive dans les pépites naturelles.

» Il me parut probable que cette polarité énergique, qui apparaissait sans aucune opération spéciale, ne pouvait s'acquérir que sous une forte induction magnétique, qu'il était très-naturel d'attribuer à l'influence du globe. Pour contrôler cette explication, je coulai un barreau cylindrique dans une rainure qui était disposée exactement dans le plan du méridien magnétique ; puis ce barreau, aussitôt solidifié et encore très-chaud, fut placé parallèlement à l'aiguille d'inclinaison, jusqu'à son refroidissement complet. Le barreau présenta alors, vers ses deux extrémités, deux pôles qui agissaient très-énergiquement et étaient disposés exactement comme ceux de l'aiguille aimantée. On s'assura que cette disposition des pôles n'était pas fortuite, en chauffant au rouge ce même barreau et en lui donnant une situation diamétralement inverse de celle sous laquelle il avait acquis précédemment ses pôles ; le barreau présenta alors des pôles magnétiques aussi énergiques qu'avant l'opération, mais exactement renversés. Ces renversements successifs peuvent être indéfiniment répétés.

» Ces faits témoignent combien a dû être puissante l'influence de l'action générale du globe sur la disposition des pôles dans les divers minéraux et roches magnétiques, au moment où ces minéraux et ces roches se sont formés ; ils montrent aussi qu'il convient de tenir compte de cette action magnétique du globe dans diverses expériences, et c'est ce que M. Louis Favé jugera sans doute à propos de faire, dans la continuation de ses intéressantes études ».

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXX, p. 526.

ÉLECTRICITÉ. — *Note sur un nouveau système de lampe électrique, à régulateur indépendant*, de M. E. **Girouard**, présentée par M. du Moncel.

« Le nouveau système de lampe électrique que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie a pour organe régulateur un relais, qui peut être placé à telle distance que l'on veut de l'appareil où se produit le point lumineux et que l'on peut rendre aussi sensible qu'il convient. Ce système comporte donc deux appareils que nous représentons *fig.* 1 et 2, et qui sont reliés par deux circuits différents, donnant passage à deux courants distincts : l'un très-fort, qui détermine l'arc voltaïque, après avoir passé à travers l'électro-aimant du relais régulateur; l'autre assez faible, qui n'a à produire que des déclanchements de mouvements d'horlogerie pour l'avancement et le recul des charbons de la lampe.

» Le relais régulateur se compose essentiellement d'un électro-aimant à gros fil b, dont l'armature n, adaptée à un levier basculant, sollicité par deux ressorts antagonistes o et o', peut occuper une position déterminée et placer, par conséquent, un ressort de contact que porte le levier entre deux vis de contact p et q, en rapport avec les systèmes électromagnétiques commandant la marche des charbons de la lampe. La tension des ressorts o et o' étant calculée de manière que, pour une intensité de courant capable de fournir une belle lumière, l'armature en question ne détermine aucun contact sur les vis p et q, il arrive que, si le courant devient trop fort ou trop faible, le levier basculant appuie sur l'une ou l'autre de ces vis et détermine un déclanchement, qui fait avancer ou reculer les charbons de la lampe. Il est clair que, si les charbons sont en contact, le courant appelé à fournir la lumière aura une intensité supérieure à celle qui correspond à la position normale de l'armature du relais, et un contact sera établi sur la vis p, d'où résultera le recul des charbons; au contraire, si la distance des charbons devient trop grande, le contact s'effectuera sur la vis q et entraînera une fermeture du courant, qui provoquera le rapprochement de ces charbons; pour un réglage convenable de deux ressorts o et o' et un écart plus ou moins grand des vis q et p, on pourra donc rendre l'appareil aussi sensible qu'on peut le désirer, et cette régularisation pourra s'effectuer à distance, sans qu'on ait besoin de toucher à l'appareil producteur de la lumière. Un interrupteur d permet d'ailleurs de fermer ou d'interrompre le courant destiné à produire la lumière.

» La lampe se compose, comme les lampes électriques ordinaires, de deux longs crayons de graphite portés par des crémaillères convenablement

équilibrées et mises en action sous l'influence de deux mouvements d'horlogerie distincts, bien que commandés par un même barillet. Le dernier mobile de chacun de ces mouvements est embrayé par une détente dépendant d'un système électromagnétique particulier, qui correspond électri-

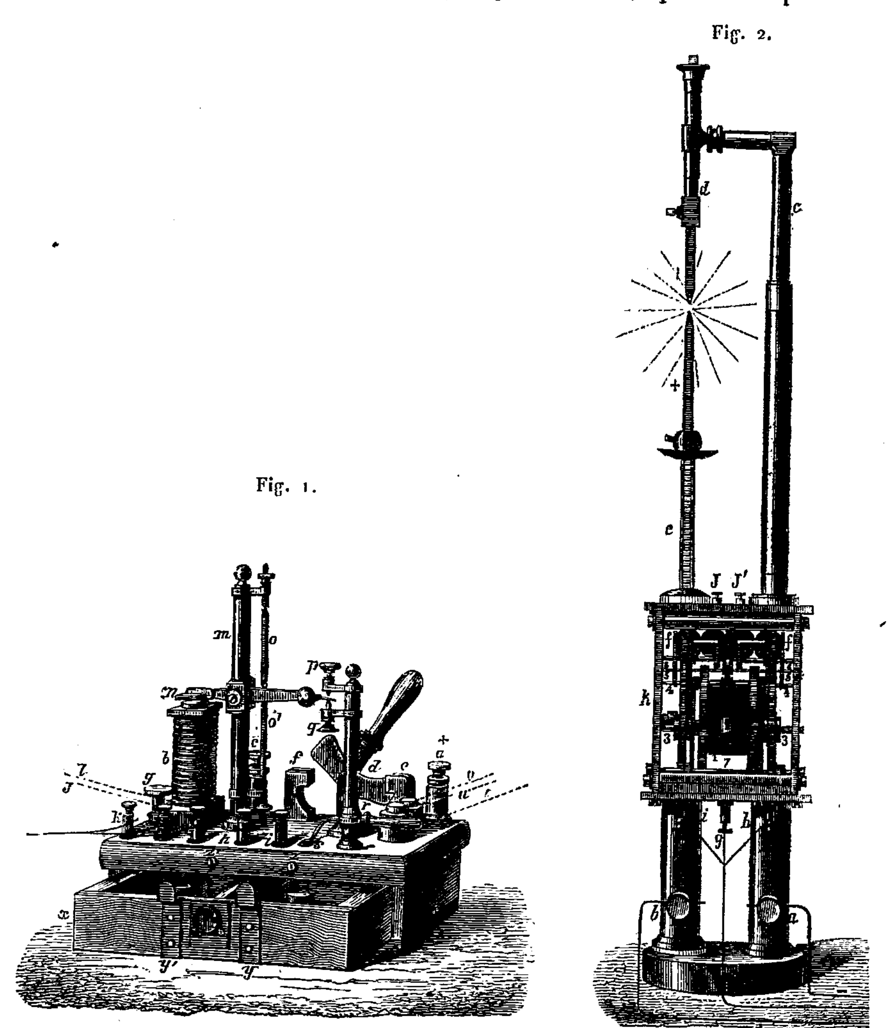


Fig. 1.

Fig. 2.

quement, l'un à la vis p, l'autre à la vis q du relais, et les rouages des deux mécanismes sont calculés de manière que, au moment de l'avance ou du recul, le mouvement relatif des charbons s'effectue dans les conditions voulues pour maintenir fixe le point lumineux.

» La disposition de cet appareil, qui permet son fonctionnement dans toutes les positions, le rend apte à un grand nombre d'applications, par

exemple aux opérations militaires, à la navigation, aux représentations théâtrales, aux recherches sous-marines et même à la projection des expériences de Physique; car un petit mécanisme, adapté aux deux crémaillères, permet de déplacer verticalement le point lumineux, sans éteindre la lumière et, par conséquent, de le bien placer au foyer des lentilles de projection.

» Ce système peut, d'ailleurs, s'appliquer aux régulateurs déjà existants, qui deviennent, par son emploi, plus sensibles, et l'on pourra juger du degré de sensibilité que l'on peut ainsi obtenir, si l'on considère que, dans le barométrographe de M. Hough, où un système de ce genre est employé, on peut apprécier les mouvements de la colonne mercurielle à $\frac{1}{2000}$ de pouce près.

» Dans le modèle représenté (*fig.* 1), la pile destinée à faire fonctionner les électro-aimants de la lampe est renfermée dans le socle du relais. C'est une petite pile portative des éléments à sulfate de mercure; mais on peut s'en passer en employant les courants d'induction que pourraient développer, sur des bobines d'induction entourant les bobines de l'électro-aimant du relais, les variations d'intensité du courant de la pile appelée à produire la lumière électrique. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur une nouvelle méthode pour écrire les mouvements des vaisseaux sanguins chez l'homme.* Note de M. **Mosso**, présentée par M. Cl. Bernard.

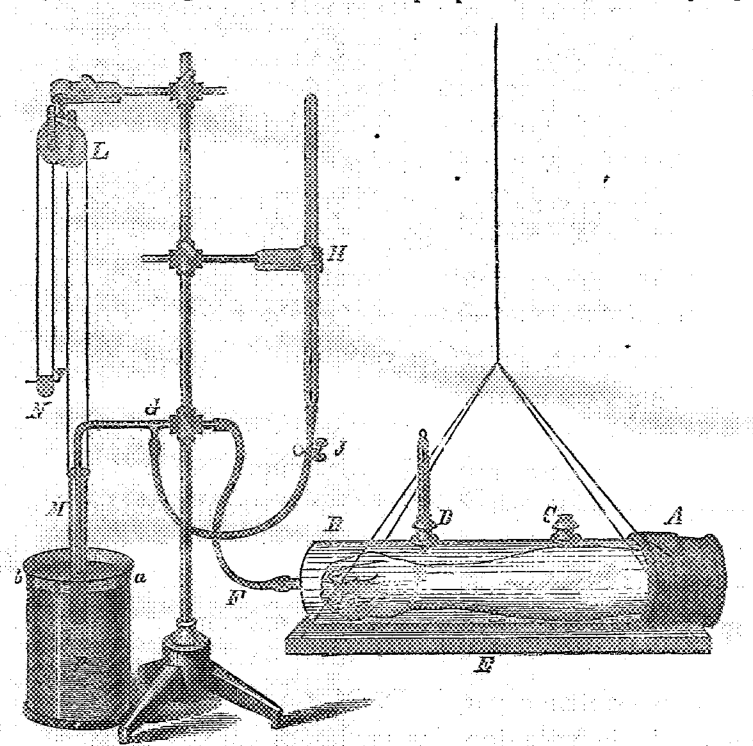
« Le D^r A. Mosso, de Turin, pendant son séjour à Paris, nous a fait connaître une nouvelle méthode pour mesurer les mouvements des vaisseaux sanguins chez l'homme, qui nous paraît destinée à avoir des applications très-étendues à la Physiologie, à la pharmacologie expérimentale et à la clinique. Le principe qui forme la base de l'instrument dont se sert le D^r Mosso pour ses recherches, et auquel il donne le nom de *pléthysmographe*, est très-simple. Il s'agit de fermer par un anneau en caoutchouc un membre, par exemple l'avant-bras, dans un cylindre en verre ACDB, d'en remplir la cavité avec de l'eau tiède, et de mesurer, au moyen d'un appareil spécial, la quantité d'eau qui, suivant l'augmentation ou la diminution du volume de l'avant-bras, sort ou entre par l'ouverture F, par laquelle seulement le liquide contenu dans le cylindre ACDB peut sortir ou entrer.

» Le cylindre contenant le bras est appuyé sur une planche E, suspendue à la voûte de la chambre au moyen d'une corde, afin d'éviter que les petits

mouvements involontaires du corps produisent un déplacement du bras dans le cylindre.

» La seconde partie de cet appareil paraît être la plus importante par ses applications à la Physique, car elle résout le problème de mesurer et d'écrire les changements de volume d'un corps soumis à une pression toujours égale.

» L'ouverture F se trouve en communication avec un tube de verre G, lequel se repliant à angle droit descend perpendiculairement jusqu'au ni-



veau *ab*. Une petite éprouvette M, régulièrement cylindrique et graduée, est suspendue à une double poulie L très-sensible, et tenue en équilibre au moyen d'un contre-poids N, auquel est attachée une plume pour écrire sur le cylindre à rotation, ou sur une bande de papier qui se déroule par un mouvement régulier. L'éprouvette M est suspendue de telle façon que le tube vertical en verre se trouve exactement dans son axe.

» En supposant maintenant que le vase P, placé au-dessous de l'éprouvette, soit rempli d'eau, et que les vaisseaux de l'avant-bras se dilatent, en augmentant le volume, nous verrons une quantité correspondante d'eau sortir du cylindre ACDB et passer dans l'éprouvette M.

» Celle-ci ayant augmenté de poids s'enfoncera dans le vase sous-jacent, et déplacera une quantité d'eau égale à celle qui est reçue. Le contre-poids N suivra en montant ce mouvement. De même, quand il y aura contraction des vaisseaux, le volume de l'avant-bras diminuera, et, une certaine quantité d'eau rentrant dans le cylindre ACDB, l'éprouvette M, devenue plus légère, remontera de nouveau, pendant que le contre-poids avec sa plume suivra un mouvement inverse.

» Pour que la pression dans le cylindre ACDB soit constante, il faut que le niveau de l'eau dans l'éprouvette M reste toujours dans le plan *ab* de la surface du liquide contenu dans le vase P.

» Pour éviter les déplacements de ses deux niveaux, le D[r] Mosso emploie un vase P très-grand, qui est rempli d'un liquide d'une densité plus petite que l'eau. C'est un mélange d'alcool et d'eau, et l'on peut trouver très-facilement la densité convenable pour chaque éprouvette. Avec ces précautions l'éprouvette M pourra se remplir et se vider, monter et descendre, sans que les variations de son poids puissent avoir une action sur le niveau du liquide contenu dans son intérieur. Les deux liquides resteront toujours au même niveau *ab*, et, malgré les variations de volume, la pression dans le cylindre ACDB restera invariable.

» Le moyen nouveau, dont le D[r] Mosso s'est servi pour ses recherches, est d'une application très-utile à l'Hydraulique, pouvant, au moyen de cet instrument, mesurer et écrire exactement la quantité de liquide qui circule dans un tuyau, avec un mouvement d'aller et de retour, en laissant invariable la pression de ce même liquide.

» Une burette H sert à ajouter ou à enlever de l'eau dans l'éprouvette M.

» Les tracés obtenus par le D[r] Mosso nous fournissent un exemple très-évident de la précision des méthodes employées par la Physiologie moderne.

» Sur une bande de papier, haute de 20 centimètres, qui se déroule au-devant de ses appareils enregistreurs, le D[r] Mosso inscrivait, au moyen de deux pléthysmographes, le volume de l'avant-bras, droit et gauche, les mouvements respiratoires de la cavité thoracique, le pouls de la carotide, le temps en secondes, pendant que d'autres plumes écrivaient les autres indications accessoires, telles que l'abscisse, les irritations électriques, etc., et cela pendant des heures entières et même pendant le sommeil.

» Cet appareil, qui peut servir à l'étude et à la démonstration des phénomènes les plus importants de la physiologie des vaisseaux sanguins, offre

le moyen d'aborder des questions ayant un intérêt plus général, tenant à la physiologie de la pensée, de l'activité cérébrale et de la conscience.

» Le Dr Mosso a pu faire des recherches très-intéressantes sur les causes du sommeil et sur l'action des substances qui peuvent le favoriser ou l'empêcher.

» Il a ouvert un nouveau champ à la pharmacologie expérimentale, en nous donnant un moyen très-commode pour étudier directement l'action des remèdes sur l'économie de l'homme.

» Pour ne donner qu'un exemple, il résulterait des recherches faites avec le pléthysmographe que toutes les plus petites émotions se traduisent par une modification dans l'état des vaisseaux sanguins. La seule entrée d'une personne qui nous intéresse, pendant l'expérience, peut produire une diminution de volume dans l'avant-bras, qui peut varier de 4 à 15 centimètres cubes. Le travail du cerveau, pendant la solution d'un problème arithmétique ou autre, ou la lecture d'un morceau difficile à comprendre, etc., etc., est toujours accompagné par une contraction des vaisseaux, proportionnelle à l'effort de la pensée et à l'activité cérébrale. »

EMBRYOGÉNIE. — *Note sur le développement de la* Salmacina Dysteri, *Hux.*; par M. A. GIARD.

« Dans une précédente Communication, j'ai indiqué rapidement comment se forment les principaux organes de la larve de la *Salmacina Dysteri*. Cette larve vit très-bien en captivité, et il est facile de suivre sa transformation en Annélide. Des embryons éclos à Wimereux, le 25 septembre 1875, m'ont fourni de petites Annélides, qui, transportées à Lille vers le 15 octobre, sont encore parfaitement vivantes aujourd'hui, 17 janvier 1876.

» Les larves mobiles se dirigent toutes du côté de l'aquarium qui reçoit directement la lumière, puis elles vont en général se fixer du côté opposé. En liberté, les *Cormus* adultes se rencontrent constamment à la face inférieure des rochers dans la zone des laminaires. Quand la larve se fixe, le tube apparaît d'abord comme un anneau situé immédiatement sous un rebord antérieur du manteau; l'animal remonte au fur et à mesure que l'anneau s'élargit, de sorte que la portion postérieure du tube est la plus ancienne, la plus étroite et la moins solide. La sécrétion renferme au début assez peu de calcaire; de nombreuses stries transverses altèrent seules la transparence de l'enveloppe. Le faible développement des glandes tubipares, à

cette époque de l'évolution, me porte à supposer que le bord antérieur du manteau joue un rôle important dans la production du tube.

» La tête de la larve fixée se divise en trois lobes à peu près égaux. Les deux lobes latéraux présentent une étroite cavité centrale; leurs parois sont formées par de grandes cellules cylindriques transparentes, qui se couvriront de cils vibratiles. Le lobe médian renferme les yeux, qui bientôt entrent en régression et se réduisent à deux taches pigmentaires de contour irrégulier. Le lendemain, les lobes latéraux se divisent en deux; le troisième jour, chaque lobe latéral vu du côté ventral paraît trifolié; le quatrième jour, les folioles se sont allongées et transformées en tentacules présentant un canal central et des parois vibratiles. De chaque côté, on compte deux tentacules dorsaux et un tentacule ventral; le cinquième jour, ce dernier se divise à son tour et la larve possède enfin les huit troncs tentaculaires qui, observés chez l'adulte, sembleraient de même âge. La première pinnule apparaît le huitième jour, vers le tiers supérieur du tentacule dorsal externe. Le lobe médian a constamment diminué pendant tout ce processus, et il est réduit finalement à une sorte de rostre rétréci à la base et renflé à la partie ventrale. Les deux groupes latéraux de quatre tentacules sont les homologues des *vela* des embryons de Mollusques; ils paraissent jouer le rôle d'organes respiratoires: aucun élément figuré n'existe encore dans leur cavité centrale, où plus tard circulera un liquide sanguin d'un beau vert.

» Les deux ganglions sus-œsophagiens, que l'on voit déjà chez la larve mobile, figurent une masse cordiforme comme chez beaucoup d'embryons de Mollusques. Ils dérivent des cellules de l'exoderme, invaginées à l'extrémité du sillon primitif la plus éloignée du *prostoma*. L'invagination buccale définitive partage le système nerveux en une partie supérieure sus-œsophagienne et une partie ventrale, qui, chez les *Salmacina*, se développe faiblement. Je n'ai pas observé de vésicules auditives comparables à celles qui ont été indiquées par Claparède chez plusieurs larves d'Annélides; toutefois, chez certains embryons, on voit, à la place où devraient exister ces vésicules, deux corps arrondis, sans otolithes, qui disparaissent rapidement.

» L'étude du mésoderme et de ses rapports avec l'intestin présente de grandes difficultés. Les grosses sphères endodermiques de la *Gastrula* se fondent en une masse homogène, composée de granules graisseux d'un beau rouge, au milieu desquels se trouvent disséminés quelques éléments plastiques. Ces derniers forment bientôt autour des granules une membrane mésodermique enveloppante, dont les éléments sont des cellules étoilées, mêlées de quelques grosses cellules arrondies à contenu granuleux. Un

semblable aspect du mésoderme a été figuré chez le *Limnæus* et autres Mollusques, par Ray-Lankester. Plus tard, les granules graisseux sont résorbés progressivement, à partir de la partie postérieure, et il reste sous la membrane un espace libre, la cavité sanguine primitive, laquelle se prolonge à l'intérieur des tentacules céphaliques. Ce processus me paraît être une abréviation de ce qui se passe chez la *Sagitta*, où la cavité secondaire prend naissance également aux dépens de l'endoderme, mais par un reploiement de ce feuillet.

» Pendant cette période du développement, l'intestin postérieur, prolongement de l'invagination anale, s'accroît très-rapidement, et la portion antérieure du tube digestif se couvre de glandules hépatiques.

» Peu à peu, les crochets postérieurs de la larve semblent remonter, par suite de l'élongation de l'extrémité terminale; de nouveaux crochets se forment au voisinage de l'anus. De l'exoderme partent des traînées transversales de cellules qui vont rejoindre la membrane mésodermique; les nouveaux crochets sont remplacés à leur tour, et, les mêmes faits se reproduisant, il se produit ainsi successivement à l'extrémité postérieure un grand nombre d'anneaux abdominaux.

» La multiplication des anneaux thoraciques ne commence que beaucoup plus tard. La *Salmacina* adulte compte huit à dix de ces derniers. Chez une *Spirorbis* très-commune à Wimereux, dont j'ai également étudié l'embryogénie, le nombre des anneaux thoraciques reste constamment trois, comme chez l'embryon.

» La *Salmacina Dysteri* est hermaphrodite; les deux premiers segments abdominaux sont mâles, les autres sont femelles. Les œufs paraissent se développer sur des anses vasculaires dérivant de la membrane mésodermique, et par conséquent de l'endoderme. Les cellules-mères des spermatozoïdes se détachent des cloisons tranverses des deux premiers anneaux de l'abdomen. Leur origine est donc exodermique.

» *Résultats généraux.* — La formation des organes des sens, indépendamment du système nerveux et avant l'achèvement de ce système, la présence d'organes respiratoires exodermiques, la naissance tardive de l'appareil circulatoire, sont autant de caractères rapprochant l'embryon de la *Salmacina* de celui des Mollusques. La divergence entre les Mollusques et les Annélides commence seulement après le stade *Trochosphæra*, et, même après ce stade, les concordances morphologiques et les ressemblances histologiques entre les deux types sont encore très-nombreuses. La parenté des Mollusques et des Annélides est certainement plus prochaine que celle de ces dernières

avec les Arthropodes; l'existence de métamères chez les Arthropodes et les Annélides a masqué aux yeux des naturalistes les véritables affinités. C'est parmi les Rotifères qu'il faut chercher les origines des trois groupes : les Gastérotriches conduisent aux Annélides par le genre *Hemidasys;* le *Pedalion,* les *Hexarthra* sont les ancêtres probables du *Nauplius* et des Arthropodes. Les affinités des embryons des Gastéropodes avec ceux des Rotifères (*Brachienus*) ont déjà été mises en lumière par les belles recherches de Salensky. »

PALÉONTOLOGIE. — *Mammifères fossiles nouveaux provenant des dépôts de phosphate de chaux du Quercy.* Note de M. **H. Filhol**, présentée par M. Milne Edwards.

« Les exploitations des gisements de phosphorite du Quercy (miocène inférieur) semblent, depuis quelques années, être une source inépuisable devant fournir sans cesse de nouveaux matériaux à la paléontologie animale. Durant un voyage que je viens de faire dans le Midi, j'ai pu réunir une série nombreuse d'ossements, se rapportant à des genres ou des espèces nouvelles, présentant par leurs affinités avec d'autres genres ou d'autres espèces précédemment décrites des liens de transition du plus haut intérêt.

» Je signalerai un Pachyderme à dents en série continue, dont la formule dentaire était $I\frac{3}{3}C\frac{1}{1}M\frac{7}{7}$, offrant comme caractère d'être intermédiaire aux *Anthracotherium* et aux *Tragulohyius* de M. Gervais.

» La pièce sur laquelle j'ai fait cette détermination est un crâne complet, possédant son maxillaire inférieur en place et toutes ses dents. Le maxillaire supérieur présente la particularité remarquable d'offrir une excavation profonde constituant un vrai larmier. Parmi les Pachydermes, les Hipparions offraient une disposition anatomique se rapprochant de celle que je viens d'indiquer; mais nous étions loin de la soupçonner aussi ancienne dans la série des êtres et aussi complète. Je désignerai ce genre nouveau par le nom de *Dacrytherium anthracoides.*

» J'ai eu, des gisements de Caylux, un maxillaire supérieur de Pachyderme dont la série dentaire est M: 3, Prém: 4, C: 1. Inci: 3. Il offre la particularité d'avoir ses vraies molaires intermédiaires comme forme à celles du genre précédent et à celles des Hyopotames. Les prémolaires sont courtes, tranchantes. Les dents sont en série continue, insérées, y compris les incisives, sur une ligne droite d'arrière en avant. Il n'y a aucune inflexion du bord du maxillaire supérieur au niveau des incisives. La première d'entre

elles a seule subsisté et offre des analogies fort remarquables avec la dent correspondante chez le Daman. Je propose, pour ce genre, le nom d'*Hyracodon primævus*.

» Un maxillaire inférieur, provenant également des gisements de Caylux, offre des affinités avec les *Dorcatherium* de Kaup et se rapproche, d'autre part, de certains types décrits par M. Bourgeois. Il appartient évidemment à un genre nouveau, que je désignerai par le nom de *Rutitherium Nouleti*.

» Je signalerai, comme provenant des gisements de Lamandine, deux molaires inférieures postérieures du *Cebochairus minor* de M. Gervais, qui avait décrit cette espèce d'après trois molaires supérieures postérieures. D'autre part, les exploitations des environs de Saint-Antonin m'ont fourni diverses pièces de Dichodon, de Hyopotame de petite taille et de nombreux débris de Carnassiers. L'un d'eux, dont j'ai toute la face avec le maxillaire inférieur en place et toutes les dents, offre la formule dentaire des Dasyures pour ses molaires, la forme de ses dents étant celle des Thylacines. Les molaires vraies sont au nombre de deux au lieu de trois. Je nommerai ce genre, chez lequel il n'existe pas de perforation de la voûte palatine, *Thereutherium Thylacodes*.

» Une portion postérieure de maxillaire supérieur doit être rapportée à un *Amphicyon* par le nombre de ses tuberculeuses. C'est le premier des animaux de ce genre trouvé jusqu'ici d'une manière indubitable dans les phosphates de chaux. Par ses caractères, faisant prévoir ceux des Chiens, il se distingue des espèces déjà connues. Je proposerai de le désigner par le nom d'*Amphicyon ambiguus*.

» A côté des *Cynodictis* de grande taille, tels que les *Cynodictis robustus*, *Cayluxi*, vivaient des espèces excessivement petites, dont le maxillaire inférieur avait à peine 2 centimètres de longueur et 3 millimètres de hauteur. Je désignerai cette espèce par le nom de *Cynodictis exilis*.

» Je dois mentionner également un Didelphe nouveau, *Didelphis Lamandini*, se différenciant des espèces connues par la présence d'une barre entre la canine et la première prémolaire.

» Je dois signaler, comme pièce fort remarquable provenant des phosphorites, un Myriapode absolument transformé en phosphate de chaux, ainsi que l'étaient les Batraciens et les Serpents, sur la transformation desquels j'avais appelé précédemment l'attention de l'Académie. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Influence des divers éléments des engrais sur le développement de la betterave et sur sa richesse saccharine.* Note de M. **H. Joulie**, présentée par M. Balard. (Extrait par l'auteur.)

« *Conclusions.* — 1° L'acide phosphorique augmente dans les betteraves quand il augmente dans les engrais. Il exerce une heureuse influence sur la richesse saccharine; la quantité de ce corps nécessaire pour obtenir une bonne récolte ne dépasse pas 35 à 40 kilogrammes à l'hectare.

» 2° La potasse augmente aussi dans les betteraves lorsque les engrais employés en contiennent, mais sans profit pour la richesse saccharine, et en rendant, au contraire, les betteraves plus salines et par conséquent de moins bonne qualité. La dose minimum nécessaire pour une bonne récolte de betteraves est de 60 à 80 kilogrammes.

» 3° La soude peut remplacer la potasse pour la betterave, dans une assez large mesure, lorsqu'elle lui est fournie à l'état de nitrate. Cette substitution, qui peut aller jusqu'à 50 pour 100 des alcalis contenus, est favorable au rendement en poids, sans nuire à la qualité. Elle amène, au contraire, une réduction notable de la somme des alcalis contenus dans la betterave, qui devient, par conséquent, moins saline.

» 4° L'azote assimilable exerce une action très-favorable au rendement en poids, sans nuire à la qualité, lorsqu'il est donné à doses modérées, 60 à 70 kilogrammes à l'hectare. Au delà de ces doses, il peut nuire à la qualité et même au rendement en poids.

» 5° L'azote nitrique est préférable à l'azote ammoniacal, qui, lui-même, l'emporte de beaucoup sur l'azote organique en ce qui concerne la betterave.

» Il en résulte nécessairement :

» 1° Que l'engrais qui convient surtout à la betterave, et qui réalise les meilleures conditions, tant pour le rendement à l'hectare que pour la qualité, est l'engrais B complet, dont j'ai donné la composition (1);

(1) Voici la composition de cet engrais B complet (1000 kilogrammes par hectare) :

			Par hectare.
Azote nitrique			65kg
Acide phosphorique	assimilable	50	65
	insoluble	15	
Potasse à l'état de nitrate			80
Soude à l'état de nitrate			90
Chaux à l'état de sulfate ou phosphate			148
			448

Je désigne par le mot d'*acide phosphorique assimilable* l'acide phosphorique qui se dissout dans le citrate d'ammoniaque alcalin.

» 2° Que, dans les sols pourvus de potasse, il est avantageusement remplacé par l'engrais F, qui n'en diffère que par la substitution de la soude à la potasse (1);

» 3° Que ces deux engrais doivent être employés à la dose de 1000 kilogrammes à l'hectare sur les terres en bon état de culture et sans fumier;

» 4° Que le fumier de ferme, donné à la dose de 50 000 à 60 000 kilogrammes, l'année même où doit être faite la betterave, constitue une mauvaise condition qu'il est prudent d'éviter.

» Il vaut beaucoup mieux réduire la fumure à 30 000 kilogrammes et lui venir en aide par une addition convenable d'engrais chimiques. Mettant ainsi moins de sels et particulièrement de potasse à la disposition des racines, on les obtiendra de meilleure qualité.

» 5° Que, si l'on donne du fumier à la dose de 30 000 kilogrammes, dose qu'il est bon de ne pas dépasser, il faut employer de préférence l'engrais F sans potasse, à la dose de 500 kilogrammes pour les bonnes terres et de 1000 kilogrammes pour les terres maigres : on évite ainsi les excès de potasse, tout en rétablissant entre les éléments utiles l'équilibre favorable à la betterave;

» 6° Que, si le fumier a été additionné de phosphates fossiles, suivant la méthode indiquée par M. P. Thenard, on pourra remplacer l'engrais F par du nitrate de soude, à la dose de 300 kilogrammes pour les bonnes terres et de 400 kilogrammes au maximum pour les terres maigres;

» 7° Enfin que, dans aucun cas, il ne faut ajouter de sels de potasse (nitrate, sulfate ou chlorure) à la fumure du fumier de ferme, qui contient toujours une quantité suffisante de cet élément. »

La séance est levée à 5 heures. J. B.

---

(1) Voici la composition de l'engrais F sans potasse (1000 kilogrammes par hectare) :

			Par hectare.
Azote nitrique			65kg
Acide phosphorique	assimilable	50	65
	insoluble	15	
Soude à l'état de nitrate			120
Chaux à l'état de sulfate ou de phosphate			160
			410

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 10 JANVIER 1875.

(SUITE.)

Die Urkraft des Weltalls nach ihrem Wesen und Wirken auf allen Naturgebieten für Gebildete jeden Standes; von Ph. SPILLER. Berlin, 1876; 1 vol. in-8°.

Anales del Instituto y Observatorio de Marina de San-Fernando; Seccion 2ª: *Observaciones meteorologicas del año* 1874. San-Fernando, 1875; in-4°.

Risultato delle macchine di scolo marozzo codigoro, provincia di Ferrara, circondario di Comacchio, scritto dal sacerdote don Luigi CARLI. Ferrara, tip. Sabbadini, 1874; br. in-8°

Alcune parole di conforto ai comuni di massafiscaglia Lagosanto e Comacchio, in rapporto agli effetti delle macchine di scolo di marozzo e codigoro del sacerdote D. L. CARLI. Ferrara, tip. Sabbadini, 1873; br. in-8°.

Discorso inaugurale sulle bonifiche del Ferarese pronunziato dal chiarissimo sig. cav. Casazza, presidente della Comissione ordinatrice dei lavori del V. Congresso dei agricoltori italiani in Ferrara, comentato dal sacerdote D. L. CARLI. Ferrara, tip. Sabbadini, 1875; br. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 17 janvier 1876.)

Page 234, ligne 14, *au lieu de* où, *lisez* ou.

» ligne 29, *au lieu de* exoderme, *lisez* endoderme.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 31 JANVIER 1876.

PRÉSIDENCE DE M. LE VICE-AMIRAL PÂRIS.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que le tome XL des *Mémoires de l'Académie des Sciences* et le tome XXII des *Mémoires des Savants étrangers* sont en distribution au Secrétariat.

THERMOCHIMIE. — *Recherches thermiques sur la formation des alcools et sur l'éthérification*; par M. **Berthelot**.

I. — *Alcool ordinaire.*

« 1. La chaleur dégagée par l'union de l'éthylène et de l'eau, donnant naissance à l'alcool, se déduit de la formation de l'acide iséthionique au moyen de l'éthylène (ce Recueil, p. 190) et de l'alcool (p. 249); j'ai trouvé :

$C^4H^4 + 2SO^4H$ étendu $= C^4H^6O^2.S^2O^6$ étendu $+ H^2O^2$ liquide dégage.....	$+16,0$
$C^4H^6O^2$ pur $+ 2SO^4H$ étendu $= C^4H^6O^2.S^2O^6$ étendu $+ H^2O^2$ liquide.....	$-0,9$

ce qui fait pour la formation de l'alcool

C^4H^4 gaz $+ H^2O^2$ liquide $= C^4H^6O^2$ liquide.............	$+16,9$
C^4H^4 gaz $+ H^2O^2$ liquide $= C^4H^6O^2$ gaz................	$+7,1$
C^4H^4 gaz $+ H^2O^2$ gaz $= C^4H^6O^2$ liquide................	$+26,5$
C^4H^4 gaz $+ H^2O^2$ gaz $= C^4H^6O^2$ gaz (vers 100°)..........	$+16,7$; à 200° $+16,9$
C^4H^4 liquide $+ H^2O^2$ liquide $= C^4H^6O^2$ liquide..........	-10 à -11 environ (1).

(1) D'après la chaleur latente de $C^{10}H^{10}$.

» 2. Ainsi, la formation de l'alcool au moyen de l'éthylène et de l'eau dégage de la chaleur; le chiffre surpasse même de 4 à 6 Calories la synthèse directe des éthers amyléniques d'hydracides (ce Recueil, p. 124).

» 3. J'étais déjà arrivé à reconnaître comme probable ce dégagement de chaleur dans la formation de l'alcool, par la comparaison des chaleurs de combustion de l'éthylène et de l'alcool (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. VI, p. 391); la valeur calculée était + 13,0 au lieu de + 16,9; mais elle doit inspirer moins de confiance, parce que c'est la différence entre deux nombres vingt fois aussi grands, et qui diffèrent suivant les observateurs (1).

» 4. Examinons maintenant la synthèse expérimentale de l'alcool. D'abord :

C^4H^4 gaz + $S^2O^8H^2$ pur + eau = $C^4H^4(S^2O^8H^2)$ étendu.................... + 31,6
C^4H^4 gaz + $S^2O^8H^2$ étendu = $C^4H^4(S^2O^8H^2)$ acide éthylsulfurique étendu... + 14,7

» Le nombre qui répondrait à la formation de l'acide éthylsulfurique concentré est compris entre ceux-là, la chaleur de dissolution d'un tel acide devant être moindre que celle de l'acide sulfurique pur.

» La seconde phase de la synthèse de l'alcool dégage

$C^4H^4(S^2O^8H^2)$ étendu + H^2O^2 = $C^4H^6O^2$ étendu + $2SO^4H$ étendu.... + 4,7

» On voit donc que la synthèse de l'alcool étendu, à partir de l'éthylène et de l'eau, s'effectue, en définitive, par une suite de réactions exothermiques; elle dégage 14,7 + 4,7 = + 19^{Cal},4; chiffre dont il convient de retrancher + 2,5, pour revenir à l'alcool pur, ce qui donne : + 16,9.

» 5. Examinons les réactions inverses. La formation de l'acide éthylsulfurique étendu, au moyen de l'alcool,

$C^4H^6O^2$ pur + $S^2O^8H^2$ pur + Eau = $C^4H^4(S^2O^8H^2)$ étendu dégage..... + 14,7

» Celle de l'acide éthylsulfurique concentré doit dégager en moins la chaleur de dilution de cet acide, valeur inconnue, mais que l'on ne saurait estimer supérieure à 7 ou 8, d'après les analogies. En fait, la réaction des composants, dans la proportion équivalente, $S^2O^8H^2 + C^4H^6O^2$, a dégagé + 7^{Cal},7; ce nombre correspondant seulement aux $\frac{52}{100}$ de 1 équivalent

(1) Voici les résultats eux-mêmes, réduits en équivalents :

Dulong	336,8-317,8	= 19,0
Favre et Silbermann	332,0-330,5	= 1,5
Andrews	334,5-315	= 19,5
	Moyenne...	13,0

d'alcool ($C^4H^6O^2 = 46^{gr}$) combinés dans les conditions de mon expérience : la moitié environ de l'alcool et la moitié de l'acide sulfurique étant demeurés mélangés avec l'eau et l'acide éthylsulfurique formés. La formation de l'acide éthylsulfurique concentré au moyen de l'alcool doit donc être regardée comme exothermique.

» 6. Mais cette réaction ne s'accomplit pas en totalité, parce que l'eau formée décompose en sens inverse l'acide éthylsulfurique, avec régénération d'alcool et d'acide sulfurique. Entre ces deux réactions inverses, il doit donc s'établir un certain équilibre, conformément à mes recherches sur les lois générales des réactions éthérées. Or, il est digne de remarque que l'existence de ces deux réactions opposées et l'équilibre qui les caractérise correspondent au renversement du signe thermique du phénomène avec la dilution, attendu que la formation du même acide dilué par l'alcool dissous et l'acide sulfurique étendu absorbe de la chaleur, soit $-4,7$ d'après mes expériences (voir ce Recueil, p. 245). Les mêmes faits se retrouvent dans l'éthérification des autres acides.

» Il arrive presque toujours dans les réactions chimiques que le renversement du signe thermique, sous l'influence de la dilution, coïncide avec ces phénomènes d'équilibre, sur lesquels j'ai déjà bien souvent, depuis vingt-deux ans, appelé l'attention des chimistes et des physiciens. Si l'on pouvait connaître exactement les hydrates et alcoolates divers que forment les acides sulfurique et éthylsulfurique, ainsi que la chaleur de formation de chacun de ces corps et leur degré propre de dissociation, dans les conditions des expériences, il est probable que l'on établirait *a priori* (1) le tableau complet et méthodique des équilibres éthérés, en se fondant uniquement sur le troisième principe général de la Thermochimie (principe du travail maximum).

» 7. La métamorphose de l'acide éthylsulfurique concentré en éthylène et acide sulfurique, $C^4H^4(S^2O^8H^2) = C^4H^4 + S^2O^8H^2$, est au contraire un phénomène endothermique, comme la plupart des décompositions pyrogénées. Elle absorbe une quantité de chaleur inconnue, mais comprise nécessairement entre $-14,7$ et $-31,6$ (voir plus haut), c'est-à-dire une énergie étrangère, empruntée à l'acte de l'échauffement. J'ajouterai que la réaction inverse est accompagnée, comme la plupart des actions pyrogénées, par ces phénomènes de dissociation, dont nous devons la découverte capitale à M. H. Sainte-Claire Deville. En d'autres termes, il existe un intervalle de température pendant lequel l'éthylène s'unit avec l'acide sulfu-

(1) Voir *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. IV, p. 68.

rique concentré, tandis que l'acide éthylsulfurique (même mêlé avec un excès de ce dernier) se dissocie en partie en éthylène et acide sulfurique.

» 8. Précisons davantage, en nous plaçant dans les conditions ordinaires de la préparation de l'éthylène. Ici l'on a affaire à un mélange d'alcool et d'acide sulfurique, c'est-à-dire que l'eau intervient : d'une part pour déterminer les équilibres qui répondent à l'opposition entre l'acide éthylsulfurique et l'acide sulfurique mêlé d'alcool; et d'autre part pour déterminer une autre série d'équilibres, où l'éther ordinaire entre en jeu.

II. — *Éther ordinaire :* $C^4H^4(C^4H^6O^2)$.

» 1. J'ai mesuré d'abord la chaleur dégagée dans la transformation de l'éther en acide iséthionique : d'où il est facile de passer à l'éthylène et à l'alcool. La marche de l'opération est la même qui a été décrite à plusieurs reprises, pour la benzine et l'alcool notamment. La réaction immédiate de l'éther sur un excès d'acide sulfurique fumant a dégagé en moyenne $+30{,}0$ pour $C^8H^{10}O^2 + 74$ grammes; mais cette quantité varie un peu suivant les proportions. Après dilution, et tous calculs faits :

$C^4H^4(C^4H^6O^2) + 2S^2O^8H^2$ étendu $= 2(C^4H^6O^2S^2O^6)$ ac. iséthionique étendu : $-1{,}05 \times 2$,

valeur qui diffère à peine du double du chiffre $-0{,}9$, pour l'alcool $C^4H^6O^2$,

$C^4H^4(C^4H^6O^2)$ liq. $+ 2S^2O^8H^2$ pur $= 2(C^4H^6O^2.S^2O^6)$ étendu $+ H^2O^2$ liq. : $+15{,}8 \times 2$
$C^4H^4(C^4H^6O^2)$ gaz (1) $+ 2S^2O^6H^2$ pur $= 2(C^4H^6O^2.S^2O^6)$ étendu $+ H^2O^2$ liq. : $+19{,}2 \times 2$
$C^4H^4(C^4H^6O^2)$ liq. $+ 2S^2O^6$ sol. $+$ Eau $= 2(C^4H^6O^2.S^2H^6)$ étendu $+ H^2O^2$ liq. : $+36{,}2 \times 2$
$C^4H^4(C^4H^6O^2)$ gaz $+ 2S^2O^6$ sol. $+$ Eau $= 2(C^4H^6O^2.S^2O^6)$ étendu $+ H^2O^2$ liq. : $+39{,}6 \times 2$

» L'avant-dernière valeur s'écarte peu des chiffres analogues trouvés pour 1 molécule de benzine ($+34{,}7$) et d'alcool ($+36{,}4$).

» 2. On passe de ces chiffres à la formation de l'acide éthylsulfurique, en retranchant aux trois premiers : $-1^{Cal}{,}3 \times 2$; ce qui donne pour l'éther pur et l'acide sulfurique étendu : $-2{,}35 \times 2$; l'éther pur et l'acide sulfurique concentré, puis l'eau, formant l'acide éthylsulfurique étendu dégageraient $+14{,}5$. On sait d'ailleurs que l'éther pur se dissout dans l'acide sulfurique concentré, non sans dégager de la chaleur : puis la dissolution se transforme lentement en acide éthylsulfurique.

» 3. Enfin la transformation de l'éther dissous dans l'eau et de l'acide sulfurique étendu, en acide éthylsulfurique étendu, absorberait : $-5{,}3 \times 2$;

(1) La vaporisation de $C^4H^4(C^4H^6O^2)$ absorbe $-6{,}73$, d'après Regnault.

chiffre très-voisin du double de — 4,7 qui répond à l'alcool dissous. J'obtiens cette valeur pour l'éther, d'après sa chaleur de dissolution, qui est plus grande que pour la molécule d'aucun liquide neutre connu :

$C^4H^4(C^4H^6O^2)$ pur + 200 parties d'eau, à 13° dégage : + 5,94 ; à 6° : + 5,83 ;

valeur comparable à la chaleur de dissolution des *gaz* carbonique (+ 5,6 pour C^2O^4), sulfureux (+ 7,7 pour S^2O^4), sulfhydrique (+ 4,7 pour H^2S^2), etc. La dissolution du gaz éthéré : + 12,6 ; celle du gaz alcool + 12,4.

» 4. *Formation de l'éther par l'alcool.* — Je trouve, par le calcul :

$2C^4H^6O^2$ pur liquide	$= C^4H^4(C^4H^6O^2)$ liquide + H^2O^2 liquide	......	— 0,3
$2C^4H^6O^6$ dissous	$= C^4H^4(C^4H^6O^2)$ dissous + H^2O^2 dissous	......	+ 0,5
$2C^4H^6O^2$ gaz	$= C^4H^4(C^4H^6O^2)$ gaz + H^2O^2 gaz	....	+ 3,0

» Ainsi la métamorphose de l'alcool en éther donne lieu à un phénomène thermique négatif ou nul, à la température ordinaire. A l'état gazeux, il y aurait, au contraire, un léger dégagement de chaleur, mais susceptible d'être renversé par le moindre changement dans les conditions : on s'explique par là la possibilité des équilibres divers qui président à la formation de l'éther, par la réaction entre l'alcool et l'acide sulfurique bihydraté, $S^2O^8H^2 + H^2O^2$, dans les conditions industrielles de cette préparation. J'ai donné ailleurs la théorie développée de ces équilibres, dans lesquelles interviennent cinq composants (alcool, éther, eau, acides sulfurique et éthylsulfurique), et quatre réactions qui se limitent (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XVIII, p. 135). Cette théorie complète celle de l'éthérification.

» 5. *Formation de l'éther par l'éthylène.*

$2C^4H^4 + H^2O^2$ liquide	$= C^4H^4(C^4H^6O^2)$ liquide	+ 33,0
$2C^4H^4 + H^2O^2$ gaz	$= C^4H^4(C^4H^6O^2)$ gaz	+ 36,5
$C^4H^4 + C^4H^6O^2$ liquide	$= C^4H^4(C^4H^6O^2)$ liquide	+ 16,1
$C^4H^4 + C^4H^6O^2$ gaz	$= C^4H^4(C^4H^6O^2)$ gaz	+ 19,4

» 6. J'aurais désiré étendre ces expériences à d'autres éthers, spécialement à l'éther méthylique. Ce gaz est absorbé facilement par l'acide sulfurique fumant, en dégageant une quantité de chaleur voisine de + 20^Cal (pour 46 grammes d'éther), d'ailleurs un peu variable suivant les proportions ; mais l'éther ne forme guère d'acide conjugué dans ces conditions : lorsqu'on ajoute de l'eau, le gaz se redégage avec une vive effervescence.

III. — *Alcool isopropylique.*

» 1. L'étude thermique de la formation de cet alcool est fort importante, parce qu'il est le type des alcools secondaires. Elle a présenté de grandes

difficultés, et je réclame quelque indulgence pour des résultats que j'ai tâché de rendre le moins imparfaits possible. J'ai étudié cette formation en faisant absorber le propylène pur par l'acide sulfurique monohydraté et pesé au sein d'un calorimètre. Le poids du propylène absorbé était connu par la pesée directe des tubes. La chaleur dégagée dans cette première phase, Q_1, varie un peu avec les proportions relatives : en présence d'un grand excès d'acide, j'ai trouvé en moyenne + 17,0 pour C^6H^6. J'ai alors brisé le tube dans le calorimètre, suivant ma méthode ordinaire, et mesuré la nouvelle quantité de chaleur, Q_2. Si Q représente la chaleur que dégagerait la dissolution pure et simple de l'acide sulfurique, $Q_1 + Q_2 - Q$ sera la chaleur dégagée par la transformation du poids de propylène employé, supposé avoir réagi sur l'acide sulfurique étendu. J'ai trouvé

Pour $C^6H^6 = 42^{gr}$: + 14,92 et + 14,69; moyenne... + 14,80.

» 2. Mais cette quantité de chaleur ne répond pas à une réaction simple : en effet, une portion du propylène est toujours changée, à la fin, en polymères huileux, qui nagent à la surface de l'eau. Pour la calculer, on peut admettre que le reste du propylène demeure à l'état d'acide isopropylsulfurique étendu. En effet, l'expérience prouve qu'une distillation brusque, opérée à la plus basse température possible, ne laisse dégager que des traces d'alcool isopropylique (voir aussi, page 246, sur la stabilité de l'acide éthylsulfurique). Cela étant admis, le dosage de l'acide libre, à la fin de l'expérience, comparé au poids de l'acide total employé, indique le poids de l'acide neutralisé, lequel est proportionnel à celui du propylène changé en acide isopropylsulfurique.

Propylène changé en acide éthéré, sur 100 parties..........	65 et 71
» en polymères »	35 et 29

» Comme contrôle approché, j'ai rassemblé les polymères autant que possible; leur poids répondait à peu près au tiers du propylène employé : cette vérification, quoique grossière, est cependant de nature à augmenter la sécurité dans l'emploi du calcul précédent.

» Pour compléter le calcul, il faudrait savoir la chaleur dégagée dans la polymérisation du propylène. A défaut de données directes, qu'il ne semble pas facile d'obtenir, j'adopterai la chaleur dégagée dans la polymérisation de l'amylène gazeux (p. 191), soit + 11,15 pour $C^{10}H^{10}$. D'où :

$C^6H^6 + 2SO^4H$ étendu $= C^6H^6(S^2O^8H^2)$ étendu...... + 16,7

$C^6H^6 + H^2O^2$ liquide $= C^6H^8O^2$ alcool isopropylique.. + 16,5

valeur très-voisine de + 16,9, pour l'hydratation de l'éthylène.

» 3. On voit, par là, que la fixation des éléments de l'eau sur l'éthylène et sur le propylène dégage des quantités de chaleur qui diffèrent très-peu. La diversité de constitution de ces deux alcools, l'un primaire, l'autre secondaire, ne répond donc qu'à une somme de travaux moléculaires peu considérables, comme on pouvait d'ailleurs s'y attendre pour des isoméries si délicates. J'ai établi qu'il en est de même pour les acides isomères éthylsulfurique et iséthionique, pour les acides racémique et tartriques actifs, enfin pour les deux soufres octaédrique et insoluble (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXVI, p. 468).

» 4. La transformation même de l'alcool isopropylique en alcool normal peut être calculée par induction, à défaut de procédés de transformation directe. En effet, la chaleur de combustion de l'alcool propylique normal serait 476, d'après la différence relative aux alcools méthylique et éthylique (ou 481, d'après les courbes de F. et S.). Or C^6 diamant + H^6 = C^6H^6 gaz absorbant − 3,5 (d'après les chaleurs de formation de C^4H^4 et de $C^{10}H^{10}$ gazeux), et C^6H^6 gaz + H^2O^2 liquide = $C^6H^8O^2$ liquide, dégageant + 16,5; on tire de là, pour la chaleur de combustion de l'alcool isopropylique, la valeur + 476, qui ne se distingue pas de celle de l'alcool normal. La métamorphose d'un tel alcool dans son isomère ne doit donc dégager que fort peu de chaleur. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Compte rendu des expériences faites pour la détermination du travail dépensé par les machines magnéto-électriques de M. Gramme, employées pour produire de la lumière dans les ateliers de MM. Sautter et Lemonnier;* par M. **Tresca**.

« Depuis longtemps nous avions le désir de déterminer directement la quantité de travail dépensée pour la production des lumières si intenses que l'on obtient à l'aide des machines magnéto-électriques.

» Une expérience déjà fort ancienne, faite aux Invalides sur une machine de la compagnie l'*Alliance*, ne nous avait fourni qu'une appréciation insuffisante, et il était intéressant de contrôler sous ce rapport les résultats fournis par les nouvelles machines de M. Gramme.

» Dans ce but nous avions, depuis près d'un an, installé un dynamomètre de rotation dans les ateliers de MM. Sautter et Lemonnier; mais l'expérience n'a pu être faite que le 16 octobre 1875 sur le modèle de grande puissance lumineuse, que l'inventeur considère comme le plus perfectionné. Les résultats obtenus dans ce premier essai sur une lumière de

1850 becs Carcel nous ont engagé à faire ensuite, le 4 décembre, la même détermination sur une machine de 300 becs.

» La grande vitesse à laquelle fonctionnent les machines Gramme rendait assez difficile l'installation d'un dynamomètre qui, eu égard aux diamètres des poulies de transmission, ne devait pas fonctionner à moins de 250 tours par minute. Cependant les tracés fournis par l'appareil ont été parfaitement satisfaisants après quelques tâtonnements inséparables de ces sortes de détermination.

» Le travail dépensé a ainsi été mesuré avec toute l'exactitude désirable, mais il n'en est pas tout à fait de même quant à l'intensité lumineuse.

» Cette intensité était mesurée à l'aide d'un photomètre à éclairage direct, donnant lieu à deux zones contiguës, éclairées exclusivement, l'une par une lampe Carcel, l'autre par la lampe électrique. L'une des zones paraissait verte par rapport à l'autre qui semblait teintée de rose, et, parmi les divers modes essayés, celui qui était incontestablement le meilleur a consisté à corriger la différence de ces nuances par l'interposition de deux verres peu colorés en sens inverse. L'égalité a été obtenue en plaçant la lampe Carcel, type, brûlant 40 grammes à l'heure, à une distance suffisamment rapprochée du photomètre, le bec électrique restant placé à 40 mètres dans la première détermination, et à 20 mètres dans la seconde.

» Malgré la constance du courant électrique aboutissant au régulateur, la lumière éprouve, par suite de l'irrégularité de composition des charbons, des oscillations qui, pour la plupart, ne sont perceptibles que dans les déterminations photométriques; mais il en résulte, sous ce rapport, une grande difficulté pour la détermination précise de cette intensité et sa définition par rapport à la dépense de travail qu'elle exige.

» Nous n'avons pu nous mettre à l'abri de ces inconvénients qu'en multipliant les déterminations et en les limitant à un temps très-court. La lampe type ayant été placée de manière à équivaloir, dans le champ du photomètre, à l'éclairage moyen de la lampe électrique, on maintenait l'appareil en fonction pendant un certain temps, et, à l'instant précis où l'on jugeait qu'il y avait égalité apparente, un signal prévenait l'observateur du dynamomètre qu'il eût à effectuer un tracé qui durait quelques secondes à peine. Un autre observateur relevait le nombre de tours correspondant du dynamomètre pendant une minute, et l'opération du tracé dynamométrique était discontinuée jusqu'au moment où un nouveau signal partant de l'observateur du photomètre permettait un nouveau tracé. On

trouvera dans le tableau suivant toutes les données relatives aux observations qui ont ainsi complétement réussi.

» Pour l'estimation du nombre de tours de l'arbre de la machine magnéto-électrique, il était essentiel de s'assurer qu'il n'y avait aucun glissement de courroie. On a pu, à diverses reprises, comparer simultanément la vitesse des deux arbres au moyen de deux compteurs de tours; on a trouvé ainsi, pour la première expérience, que le rapport du nombre des tours était 5,18, le rapport calculé d'après le diamètre des poulies et l'épaisseur des courroies étant 5,26.

» On aura donc la vitesse de l'arbre de la machine magnéto-électrique en multipliant par 5,22 la vitesse moyenne de l'arbre du dynamomètre, ce qui donne, pour la première série d'expériences, douze cent soixante-quatorze tours par minute; dans la seconde, le rapport des vitesses étant seulement de 3,65 et le nombre des tours moyens du dynamomètre de 2,39 par minute, le nombre de tours de la machine est exprimé par le produit $2,39 \times 3,65 = 872$.

» La machine qui a fourni 1850 becs présentait les dispositions suivantes :

» L'arbre horizontal portait deux séries de conducteurs disposés symétriquement, l'un à gauche, recevant le produit de 15 bobines partielles distribuées autour d'un anneau de fer doux. Dans les intervalles compris entre ces premières bobines s'en trouvaient 15 autres intercalées et en communication avec le conducteur placé de l'autre côté de l'arbre. Les deux courants s'additionnaient en quantité lorsque la bobine totale tournait autour de l'arbre devant les pôles de quatre électro-aimants, mis en fonction par une partie du courant développé, dont le surplus était conduit à la lampe électrique.

» Voici d'ailleurs les données numériques les plus importantes :

Électro-aimants :	
Diamètre du fer d'un des électro-aimants	0,070 m
Longueur	0,404
Diamètre de chaque électro-aimant garni de fil	0,132
Diamètre du fil	0,0033
Poids du cuivre enroulé sur chaque électro-aimant ..	24,00 kg
Bobine :	
Diamètre extérieur de l'anneau de fer doux	0,195 m
Diamètre intérieur de l'anneau de fer doux	0,157
Largeur de l'anneau de fer doux	0,119
Diamètre extérieur de la bobine	0,230

Diamètre intérieur de la bobine	0,120 m
Diamètre du fil	0,0026
Poids total du fil enroulé	14,50 kg
Diamètre des cylindres des conducteurs	0,090 m
Fil conducteur à la lampe :	
Diamètre	0,0078
Section	0,000047
Machine :	
Longueur totale, poulie comprise	0,800
Hauteur totale	0,585
Largeur totale	0,550

» La machine qui a fourni la lumière de 300 becs Carcel est plus simple, en ce qu'elle ne comporte qu'une seule série de conducteurs et de petites bobines et deux électro-aimants seulement.

Électro-aimants :	
Diamètre du fer d'un des électro-aimants	0,070 m
Longueur	0,355
Diamètre de chaque électro-aimant garni de fil	0,120
Diamètre du fil	0,0038
Poids du cuivre enroulé sur chaque électro-aimant	14,320 kg
Bobine :	
Diamètre extérieur de l'anneau de fer doux	0,168 m
Diamètre intérieur de l'anneau de fer doux	0,123
Largeur de l'anneau de fer doux	0,101
Diamètre extérieur de la bobine	0,103
Diamètre intérieur de la bobine	0,119
Diamètre du fil	0,002
Poids total du fil enroulé	4,650 kg
Diamètre du cylindre des conducteurs	0,089 m
Fil conducteur à la lampe :	
Diamètre	0,026
Section	0,0000055
Machine :	
Longueur totale, poulie comprise	0,650
Hauteur totale	0,506
Largeur totale	0,410

» La grande machine a été desservie par une lampe construite dans les ateliers de M. Gramme lui-même, avec charbons de 81 millimètres carrés

de section ; la petite par une lampe de M. Serrin, avec charbons de même dimension.

TABLEAU DES EXPÉRIENCES.

Machine grand modèle (16 octobre 1875).

Rapport des distances au photomètre.... $40 : 0,93$

Rapport des intensités................ $\overline{40}^2 : \overline{0,93}^2 = 1850$

Numéros des tracés.	Tours du dynamomètre par minute.	Ordonnées moyennes du diagramme.	Travail en kilogrammètres par seconde.
		mm	
1.....	238	22,50	678,28
2.....	251	18,89	600,56
3.....	248	21,74	682,82
4.....	244	16,60	513,00
5.....	241	15,59	475,86
6.....	244	16,65	516,23
Moy.	244		576,12 ou $7^{ch},68$

Travail pour 100 becs....... $7^{ch},68 : 18,50 = 0^{ch},415$

Travail par bec et par seconde. $0^{kgm},31$

Machine petit modèle (4 décembre 1875).

Rapport des distances au photomètre.... $20 : 1,15$

Rapport des intensités................ $\overline{20}^2 : \overline{1,15}^2 = 302,4$

Numéros des tracés.	Tours du dynamomètre par minute.	Ordonnées moyennes du diagramme.	Travail en kilogrammètres par seconde.
		mm	
1.....	234	7,11	201,73
2.....	238	6,66	200,79
3.....	244	7,42	229,42
Moy.	239		210,65 ou $2^{ch},81$

Travail pour 100 becs....... $2^{ch},81 : 3,024 = 0^{ch},92$

Travail par bec et par seconde. $0^{kgm},69$

» Les machines ont marché avec régularité pendant un temps suffisant pour qu'on ait pu constater l'absence de tout échauffement sensible. Aussi le travail dépensé a-t-il très-peu varié pendant le cours des diverses séries d'expériences, quoique l'une des déterminations eût été faite à la suite d'un fonctionnement très-prolongé.

» Au point de vue de la dépense relative qu'entraînent les différents modes d'éclairage, les chiffres suivants présentent un certain intérêt.

» 1850 becs Carcel exigeraient une consommation de $1850 \times 0^{kg},040$ d'huile, soit 71 kilogrammes d'huile par heure, ou de $1850 \times 0^{mc},105$ de gaz, soit 194 mètres cubes de gaz d'éclairage, ou enfin $7,56 \times 4$ kilogrammes de houille, soit $30^{kg},24$ de houille. Dans ces conditions, la dépense en combustible ne représenterait que la centième partie de la dépense en huile et la cinquantième partie de la dépense en gaz d'éclairage, à Paris.

» La comparaison serait moins favorable pour les foyers lumineux plus petits; car, en partant des données de notre expérience, on trouve pour la grande machine que chaque bec Carcel exige, par seconde, une dépense de $0^{kgm},31$ de travail, et, pour la petite machine, un travail de $0^{kgm},69$, double du précédent. Cette consommation de travail, d'après les indications de M. Heilmann, citées plus loin, s'élèverait à $1^{kgm},23$ pour chacun des becs Carcel de leurs lampes de 100 becs. Ces chiffres forment une série continue, très-favorable, au point de vue de l'intensité, mesurée à la lampe même, des plus gros becs. Mais ceux-ci, destinés à éclairer de plus grands espaces, sont nécessairement plus éloignés des points sur lesquels ils doivent porter la lumière, et nous trouvons ainsi un correctif très-naturel à l'avantage intrinsèque des lumières les plus énergiques.

» Les applications de l'éclairage par la machine magnéto-électrique se multiplient. Depuis plus d'une année, la fonderie de MM. Heilmann, Ducommun et Steinlen, de Mulhouse, d'une superficie de 1800 mètres carrés, est éclairée par quatre lampes de 100 becs, munies de verres dépolis. On lit très-facilement dans tous les points de l'atelier, et, d'après une estimation faite à l'aide d'un indicateur de pression, appliqué à la machine à vapeur, le travail dépensé pour chaque lampe et pour la partie de la transmission qui y correspond, représente 1,65 cheval-vapeur.

» D'après les renseignements que nous avons recueillis directement, la réussite serait complète. Les ateliers de M. Pouyer-Quertier sont éclairés de la même façon, et l'on vient de faire à l'Administration du chemin de fer du Nord, à Paris, des essais pour éclairer la gare par le même moyen.

» Une lampe de 100 becs, pour éclairer un travailleur comme le ferait la lampe ordinaire à $0^{m},50$ de distance, pourrait être placée à 5 mètres; celle de 300 becs à $8^{m},70$, celle de 1850 à $21^{m},50$; et ces chiffres suffisent pour montrer que les lampes les plus énergiques peuvent recevoir des applications utiles dans l'éclairage des grands chantiers. On remarque, d'ailleurs, que la dissémination, produite par la lumière reçue par les plafonds et les murs, constitue, en dehors de l'action directe du foyer, un

éclairage général, tel qu'on peut lire facilement à ces distances, même en maintenant le papier dans les zones d'ombre portée, qui paraissent par contraste les plus obscures. Ce même résultat est obtenu encore plus sûrement, au moyen de quelques lampes de moindre puissance, les ombres de l'une étant alors très-effacées par la lumière des autres. Dans l'atelier de M. Sautter, qui présente une superficie de 1200 mètres carrés, trois lampes de 100 becs, atténuées par des globes en verre dépoli, répandent sur tous les points où les ouvriers sont occupés une lumière aussi favorable au travail que celle du jour.

» Les irrégularités produites par l'impureté des charbons pourront sans doute être évitées, lorsqu'on aura un débouché suffisant de cette matière pour la fabriquer d'une manière spéciale et non plus la chercher dans le coke des fours à gaz. On ne saurait estimer à moins de $0^{m},010$ à $0^{m},012$ la longueur des crayons de charbon, brûlée par heure, et, si cette consommation ne se traduit pas par une grande augmentation dans la dépense ($0^{fr},20$ par bec et par heure), elle deviendra cependant suffisante pour qu'il soit bientôt nécessaire d'y pourvoir par des procédés mieux appropriés. »

M. **Boussingault** donne lecture d'un Mémoire portant pour titre : « Expériences pour déterminer la perte en sucre pendant le sucrage du moût et du marc de raisin ».

M. **du Moncel**, en présentant à l'Académie le tome IV de son *Exposé des applications de l'électricité* (troisième édition), s'exprime comme il suit :

« Le quatrième volume de mon *Exposé des applications de l'électricité*, que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie, se rapporte à l'horlogerie électrique, aux enregistreurs électriques et enfin aux applications de l'électricité à la sécurité et aux services des chemins de fer.

» Dans la partie qui se rapporte à l'horlogerie électrique, qui ne comprend pas moins de 200 pages, je discute d'abord les meilleures conditions d'installation de ces sortes d'appareils. J'étudie ensuite les différents systèmes qui ont été imaginés, soit pour la transmission électrique de l'heure fournie par une horloge type au moyen de compteurs électrochronométriques qui peuvent être aussi nombreux que l'on veut, soit pour le réglage électrique ou la remise à l'heure des horloges existantes, toujours d'après un régulateur type, soit pour fournir directement l'heure sans le secours de poids ou de ressorts moteurs qu'il faille remonter. Enfin je termine

cette partie de mon Ouvrage par la description des différents accessoires de l'horlogerie, tels que réveils électriques, calendriers électriques perpétuels, régulateurs électrosolaires, appareils pendulaires pour la démonstration du mouvement de rotation de la Terre, sonneries électrochronométriques, mémentos électriques, etc., etc.

» La section du volume qui se rapporte aux enregistreurs électriques est divisée en trois classes, qui comprennent : 1° les chronoscopes et chronographes électriques avec leurs applications ; 2° les enregistreurs météorologiques ; 3° les systèmes d'enregistreurs électriques appliqués à la Mécanique, aux Sciences et aux Arts. Les chronographes électriques sont aujourd'hui très-employés, et les appareils de ce genre qui ont été imaginés sont nombreux ; toutefois, le problème de la mesure de temps infiniment courts ne laisse pas que d'être très-complexe en raison de la précision qui est exigée de la part de ces instruments et des effets si variables et si instables des actions électriques ; j'ai dû, en conséquence, faire précéder mes descriptions d'une longue dissertation scientifique sur les meilleurs moyens à employer pour placer ces appareils dans de bonnes conditions. J'ai dû ensuite, pour la clarté de mon travail, répartir en quatre catégories les différents appareils imaginés, de sorte que j'ai eu à étudier successivement : 1° les chronoscopes ; 2° les chronographes électromagnétiques ; 3° les chronographes à effets électriques statiques ; 4° des chronographes à mouvements lents et à marqueurs de secondes. Quant aux applications des chronographes, elles sont tellement nombreuses que j'ai dû les répartir elles-mêmes en quatre classes. La première de ces classes se rapporte à la détermination de la vitesse des projectiles ; la deuxième, à la détermination des différences de longitude ; la troisième, aux études scientifiques. Parmi les applications se rapportant à cette dernière classe, je citerai celles qui en ont été faites aux observations astronomiques, à la détermination de l'erreur personnelle des observateurs, à la détermination de la vitesse de la lumière, à la vérification des lois de la chute des corps, etc. Enfin, la quatrième classe comprend les applications des chronographes à la mécanique et notamment aux compteurs des vitesses des mobiles.

» Les enregistreurs météorologiques constituent l'un des chapitres les plus importants de ce volume. Ils sont aujourd'hui si nombreux et d'une disposition si complète que j'ai dû non-seulement diviser ce chapitre en plusieurs subdivisions, mais encore consacrer de nombreuses pages à la description de chacun d'eux. Dans un premier sous-chapitre, j'étudie les

anémographes et anémoscopes électriques imaginés jusqu'à ce jour; dans un second, tous les thermométrographes, barométrographes, psychrométrographes, udométrographes, sismographes, qui ont été établis isolément. Enfin, dans un troisième, je décris avec les détails nécessaires les météorographes, instruments qui constituent à eux seuls tout un observatoire météorologique et où les observations sont enregistrées automatiquement, soit d'une manière continue, soit à des intervalles de temps plus ou moins rapprochés. Les principaux appareils de ce genre sont ceux de MM. Wheatstone, Bertelli, Secchi, Hough, Wild, Théorell, Van Rysselberghe et Schubart.

» Le chapitre se rapportant aux enregistreurs électriques divers comprend les mesureurs électriques à distance, les maréographes électriques, les lochs électriques, les oscillographes, les enregistreurs des variations dans la verticalité du fil à plomb, les enregistreurs électrophysiologiques, les enregistreurs des mouvements de flexion des ponts en tôle, les galvanométrographes, les enregistreurs des improvisations musicales, etc.

» La dernière partie de mon volume a été réservée exclusivement aux applications de l'électricité, à la sécurité et aux services des chemins de fer. Cette question, toutefois, n'a pu être traitée d'une manière tout à fait complète, et je n'ai parlé dans ce volume que des systèmes électriques aujourd'hui appliqués sur les différentes lignes. Mais, dans mon cinquième volume, je compléterai cette partie par un second chapitre, dans lequel je décrirai les principaux systèmes imaginés en vue de mettre en relation les stations avec les trains en mouvement. Ces systèmes sont assez variés, et aujourd'hui que l'expérience a statué sur l'efficacité de plusieurs des moyens mis à contribution dans ces systèmes, on ne sera peut-être pas aussi effrayé qu'il y a une quinzaine d'années de leur application à la sécurité des voies ferrées.

» J'ai dû diviser le chapitre qui termine mon quatrième volume en trois parties. La première se rapporte aux appareils télégraphiques employés, aux systèmes pour couvrir les stations, tels que contrôleurs de la manœuvre des disques signaux; sifflet automoteur, contrôleurs des feux de nuit. La deuxième se rapporte aux systèmes pour couvrir les trains, et dans cette partie sont compris : 1° les indicateurs de la marche des trains, dont les systèmes Regnault, Tyer, Preece sont les types les plus perfectionnés; 2° les électrosémaphores, dont les plus importants sont ceux de MM. Siemens, Lartigue, Tesse, Prudhomme et Daussin; 3° les systèmes avertisseurs pour les passages à niveau et les tunnels. Enfin, la troisième partie comprend les systèmes imaginés pour le service des gares et l'exploitation des chemins

de fer. Ces systèmes se rapportent aux contrôleurs de la manœuvre des aiguilles de changement de voie, aux indicateurs du niveau de l'eau dans les cuves d'alimentation, aux communications électriques reliant les différentes parties des convois et permettant un échange de signaux entre ces différentes parties, aux freins électriques automoteurs, enfin aux systèmes employés pour augmenter l'adhérence des roues des locomotives aux rails, afin de rendre la traction plus puissante et d'alléger les locomotives. Ces questions sont, comme on le comprend aisément, d'un intérêt général, et elles ont dû être traitées avec un grand développement. Aussi ce volume contient-il 570 pages grand in-8° en texte compacte, avec neuf planches gravées et 123 gravures sur bois, intercalées dans le texte. »

MÉMOIRES LUS.

PHYSIQUE. — *Recherches sur la polarisation rotatoire magnétique* (2e partie); par M. **H. Becquerel**. (Extrait par l'Auteur.)

(Commissaires : MM. Fizeau, Jamin, Berthelot, Desains.)

« Dans la première partie de ce travail (1), j'ai montré que la rotation du plan de polarisation d'un rayon lumineux de longueur d'onde déterminée, traversant des corps diamagnétiques soumis à l'action d'un aimant, croissait en général avec l'indice de réfraction n du rayon étudié, à peu près comme la fonction $n^2(n^2-1)$, que des considérations sur le mode de transmission des vibrations lumineuses m'avaient conduit à faire intervenir dans l'expression du phénomène. En étendant les expériences à un grand nombre de substances, on arrive aux conséquences suivantes : 1° le quotient du nombre R qui représente la rotation magnétique correspondant à un rayon de longueur d'onde déterminée, par le produit $n^2(n^2-1)$, est un nombre qui varie peu pour les divers corps étudiés, alors que les rotations présentent de grandes différences; 2° pour une même famille chimique de corps, le rapport de R à $n^2(n^2-1)$ est très-sensiblement le même. Par exemple, en opérant avec la lumière jaune du sodium, et prenant pour unité la rotation du sulfure de carbone à la température de 15 degrés, on trouve que ce rapport s'écarte peu de 0,11 pour les acides très-oxygénés, tels que les acides azotique et sulfurique; de 0,16 pour les alcools; de 0,23 pour un grand nombre de chlorures et de composés binaires de soufre

(1) *Comptes rendus*, t. LXXX, p. 1376; 7 juin 1875.

de phosphore, de carbone, de brome et de sélénium. Pour les sels d'étain, il s'élève à 0,36, et pour les composés d'antimoine à 0,43. Ces nombres semblent liés à la nature et à l'état moléculaire des corps; ils augmentent en général avec le diamagnétisme de ces corps, et diminuent lorsque les molécules renferment un élément magnétique tel que l'oxygène.

» La seconde partie de ce travail est relative à l'étude des corps magnétiques qui présentent un pouvoir rotatoire magnétique négatif. En mesurant les rotations produites par des dissolutions inégalement concentrées de protochlorure et de perchlorure de fer dans l'eau, on obtient les résultats indiqués dans les tableaux suivants; ces rotations ont été mesurées pour la lumière jaune correspondant à la double raie D et sont rapportées à la rotation de l'eau :

	Densités des dissolutions.	Poids du sel dans l'unité de volume.	Rotation de la dissolution.	Rotation due à l'eau.	Rotation due au sel.	Pouvoir rotatoire moléculaire.
Dissolutions de protochlorure de fer.	1,4332	0,5283	+ 0,195	+0,9049	− 0,709	− 1,343
	1,2146	0,2641	+ 0,765	+0,9505	− 0,185	− 0,700
	1,1096	0,1320	+ 0,908	+0,9775	− 0,069	− 0,528
	1,0548	0,0660	+ 0,954	+0,9888	− 0,034	− 0,521
Dissolutions de perchlorure de fer.	1,8400	1,3800	−20,029	+0,4600	−20,489	»
	1,7860	1,2604	−19,068	+0,5256	−19,593	»
	1,6960	1,0176	−15,795	+0,6784	−16,473	−16,190
	1,5330	0,7665	− 8,768	+0,7665	− 9,534	−12,446
	1,3240	0,4413	− 2,674	+0,8827	− 3,556	− 8,059
	1,1685	0,2206	− 0,116	+0,9479	− 1,064	− 4,822
	1,0866	0,1103	+ 0,621	+0,9763	− 0,355	− 3,215
	1,0446	0,0551	+ 0,869	+0,9894	− 0,120	− 2,177
	1,0233	0,0275	+ 0,936	+0,9957	− 0,059	− 2,153

» On admet généralement que, avec des dissolutions inégalement concentrées d'un sel diamagnétique, le rapport de la rotation magnétique au poids du sel anhydre contenu dans la dissolution est un nombre sensiblement constant que l'on peut appeler le pouvoir rotatoire magnétique moléculaire du sel dissous. J'ai reconnu, au contraire, que les dissolutions de protochlorure et de perchlorure de fer dans l'eau conduisent à des nombres essentiellement variables. Lorsque ces dissolutions sont très-étendues, le pouvoir rotatoire moléculaire, qui est négatif, est sensiblement constant; puis, à mesure que la concentration devient plus grande, il augmente à peu près proportionnellement au poids du sel anhydre contenu dans l'unité de volume de la dissolution. L'état de sursaturation des

dissolutions concentrées se maintient pendant un temps suffisant pour permettre les observations à la température ordinaire. Le perchlorure de fer forme avec l'eau diverses combinaisons chimiques; cependant les pouvoirs rotatoires moléculaires de ce sel croissent régulièrement jusqu'à la dissolution de densité 1,696; mais un peu au delà ils cessent de croître et même ils diminuent. Ce fait montre qu'à partir de ce moment le rapport de la rotation au poids du sel anhydre ne représente plus le pouvoir rotatoire moléculaire de la substance. Il y a peut-être alors formation d'un nouvel hydrate ou décomposition partielle du perchlorure de fer; j'ajouterai que la dissolution de densité 1,696 se prend en une masse cristalline jaune clair, tandis que les dissolutions plus concentrées se prennent en une masse brune. Pour les dissolutions de perchlorure de fer, dont la densité est inférieure à 1,7, la marche du phénomène étant la même que pour le protochlorure, qui ne forme pas avec l'eau des combinaisons définies multiples, on doit en conclure que l'accroissement régulier du pouvoir rotatoire moléculaire n'est pas dû au seul fait des combinaisons du sel avec l'eau. En outre, si l'on admettait que l'indice de réfraction eût une influence analogue à celle que j'ai signalée pour les corps diamagnétiques, les variations qui en résulteraient pour les pouvoirs rotatoires seraient bien plus faibles que les variations observées, car, avec la lumière jaune D, l'indice de la dissolution la plus étendue est 1,3403 et celui de la dissolution la plus concentrée 1,6163; dans l'intervalle, cet indice varie régulièrement avec la densité.

» Des dissolutions de substances moins magnétiques, telles que des composés d'uranium ou de nickel, conduisent à des pouvoirs rotatoires moléculaires qui peuvent être négatifs ou positifs, mais qui varient très-peu avec la concentration. Je continue, du reste, l'étude de ces effets.

» Ainsi l'on arrive à cette conséquence importante qu'avec les sels de fer la rotation magnétique croît beaucoup plus vite que le nombre des molécules actives. Il est permis de supposer que le phénomène est dû à une action propre des molécules magnétiques qui agissent sur la lumière polarisée comme autant de petits aimants inverses à l'aimant qui les influence. Cette hypothèse expliquerait comment, lorsque les molécules sont trop éloignées pour s'influencer mutuellement d'une façon sensible, la rotation moléculaire est constante, et comment cette rotation augmente lorsque, par suite de la concentration, les molécules se rapprochent de façon à pouvoir réagir l'une sur l'autre et augmenter le magnétisme propre

qu'elles prendraient si elles étaient soumises isolément à l'action de l'aimant.

» Dans le cours de ces recherches j'ai dû me préoccuper de la dispersion des plans de polarisation des différents rayons lumineux traversant un même corps soumis à l'action du magnétisme. Les observations faites avec le sulfure de carbone et le sous-sulfure de phosphore, qui possèdent une grande dispersion, montrent qu'on se rapproche beaucoup de l'expérience en tenant compte de l'indice de réfraction du rayon lumineux en même temps que de la longueur d'onde, et en représentant la rotation par $A\frac{n^2(n^2-1)}{\lambda^2}$, λ étant la longueur d'onde. Toutefois, cette expression ne représente pas complétement les observations relatives aux sels de fer.

» Il résulte du présent travail que les molécules des corps soumis à l'action du magnétisme interviennent par leur action propre dans le phénomène de la rotation du plan de polarisation de la lumière, et, en outre, que, pour les corps très-magnétiques, cette action varie avec la distance mutuelle des molécules actives. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Vibrations calorifiques d'un solide homogène à température uniforme*. Mémoire de M. **F. Lucas**. (Extrait par l'Auteur.)

(Commissaires : MM. Jamin, de Saint-Venant, Resal, Puiseux.)

« La tendance actuelle de la Science est d'attribuer la *chaleur* d'un corps à des vibrations moléculaires qui seraient dues à la mise en œuvre des forces intérieures. Cette conception soulève évidemment les questions suivantes : L'hypothèse des actions à distance permet-elle de démontrer l'existence de vibrations intangibles, essentiellement distinctes des mouvements élastiques? Si ces vibrations existent, par quelles lois sont-elles régies? Ces lois sont-elles de nature à nous faire logiquement entrevoir dans les vibrations moléculaires l'essence même de ce que nous appelons la *température* du corps? L'objet de ce Mémoire est de résoudre ces diverses questions, qui n'ont, croyons-nous, été jusqu'ici qu'à peine effleurées.

» Nous considérons un solide homogène à température uniforme, placé dans des conditions ambiantes, en vertu desquelles il ne fasse aucun prêt ni aucun emprunt de calorique au monde extérieur. Ce corps revêt une

figure d'équilibre stable, sous laquelle on conçoit que ses molécules pourraient rester en repos, de manière que chacune d'elles conservât indéfiniment des coordonnées fixes (x, y, z). Si, par une cause quelconque, ce repos primitif vient à être légèrement troublé, il peut se produire un état vibratoire particulier, déterminé par les formules

$$(1)\quad \begin{cases} u = \mathrm{S}\frac{\mu}{n}\cos\left(\frac{x}{n}+\frac{y}{p}+\frac{z}{q}+g\right)\cos(t\sqrt{s}+\varepsilon), \\ v = \mathrm{S}\frac{\mu}{p}\cos\left(\frac{x}{n}+\frac{y}{p}+\frac{z}{q}+g\right)\cos(t\sqrt{s}+\varepsilon), \\ w = \mathrm{S}\frac{\mu}{q}\cos\left(\frac{x}{n}+\frac{y}{p}+\frac{z}{q}+g\right)\cos(t\sqrt{s}+\varepsilon), \end{cases}$$

dans lesquelles u, v, w représentent les trois projections de l'écart du point (x, y, z), à l'instant t, sur sa position d'équilibre; μ, ε, n, p, q, g, s des paramètres constants pour tous les points du système, S une somme de termes correspondant à une série de valeurs de ces paramètres.

» Pour que ce mouvement soit possible, il faut et il suffit que la disposition géométrique intérieure de la figure d'équilibre soit de telle nature que les molécules occupent les sommets d'un assemblage réticulaire de Bravais. Il existe alors une infinité de directions de plans réticulaires équidistants, sur lesquels se rangent les molécules du corps. Soit, pour une de ces directions, ρ la distance de deux plans consécutifs, α, β, γ les angles que la normale à ces plans fait avec les trois axes des coordonnées, nous aurons

$$(2)\qquad n = \frac{\rho}{\pi\cos\alpha},\quad p = \frac{\rho}{\pi\cos\beta},\quad q = \frac{\rho}{\pi\cos\gamma}.$$

» Soit d'ailleurs i l'indice entier par lequel on peut caractériser le numéro d'ordre du plan sur lequel le point (x, y, z) est situé. Les équations (1) se ramènent à la forme

$$(3)\quad \begin{cases} u = \mathrm{S}\frac{\mu}{n}\cos i\pi\cos(t\sqrt{s}+\varepsilon), \\ v = \mathrm{S}\frac{\mu}{p}\cos i\pi\cos(t\sqrt{s}+\varepsilon), \\ w = \mathrm{S}\frac{\mu}{q}\cos i\pi\cos(t\sqrt{s}+\varepsilon), \end{cases}$$

dans lesquelles μ et ε désignent des paramètres arbitraires et s un coefficient déterminé.

» La valeur du paramètre s résulte de l'une quelconque des formules

$$(4)\quad \begin{cases} s + m \sum f(r)\cos\pi\Delta i = - mn \sum \frac{f'(r)}{r} \Delta x \pi \Delta i \cos\pi\Delta i, \\ s + m \sum f(r)\cos\pi\Delta i = - mp \sum \frac{f'(r)}{r} \Delta y \pi \Delta i \cos\pi\Delta i, \\ s + m \sum f(r)\cos\pi\Delta i = - mq \sum \frac{f'(r)}{r} \Delta z \pi \Delta i \cos\pi\Delta i, \end{cases}$$

dans lesquelles nous désignons par m la masse d'une molécule quelconque, par $mmrf(r)$ l'action mutuelle du point (x, y, z) et du point $(x + \Delta x, y + \Delta y, z + \Delta z)$ compris dans sa sphère d'activité; par Δi l'accroissement entier de l'indice i, caractéristique du plan réticulaire, lorsque l'on passe du premier point au second; par Σ une somme correspondant à toutes les molécules comprises dans la sphère d'activité de (x, y, z).

» Le mouvement vibratoire défini par ces formules (4) présente les propriétés suivantes : les écarts des molécules sur leurs positions d'équilibre sont très-petits, comparativement aux intervalles moléculaires; les périodes des vibrations sont infiniment plus courtes que celles des vibrations sonores; la force vive moyenne du mouvement est constante pour chaque molécule. Il s'agit donc d'un mouvement calorifique; la température uniforme est proportionnelle à la force vive moyenne en chaque point.

» Nous faisons d'ailleurs l'application de cette théorie nouvelle à l'étude de l'influence des pressions et des tractions sur la température d'un corps solide. On sait que la plupart des corps s'échauffent lorsqu'on les comprime et se refroidissent lorsqu'on les étire; des effets inverses peuvent aussi se produire. Ces phénomènes, tout à fait inexplicables par la théorie mécanique de la chaleur, à laquelle on a vainement essayé de les rattacher, ont une cause spéciale qui ne saurait être la transformation thermique du travail toujours positif des forces extérieures.

» Ce travail extérieur est compensé par celui de l'élasticité proprement dite. L'élévation ou l'abaissement de la température du corps est due à un déversement de sa chaleur latente sur sa chaleur sensible ou à un déversement de sa chaleur sensible sur sa chaleur latente. Il existe en effet, indépendamment du mouvement vibratoire du centre de gravité de chaque molécule (mouvement dont le thermomètre peut révéler la présence), un mouvement latent des atomes dont l'agrégation plus ou moins complexe constitue cette molécule. Les pressions et les tractions occasionnent simplement un échange de force vive entre le mouvement sensible et le mouvement latent. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la formation de la grêle* (deuxième Note); par M. G. PLANTÉ.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« J'ai montré précédemment (1) l'influence que devait avoir, dans la formation de la grêle, l'électricité atmosphérique à l'état de décharge ou de flux dynamique, non point en produisant le froid nécessaire à la congélation, comme on l'a supposé quelquefois, mais en exerçant, au contraire, une puissante *action calorifique*, capable de vaporiser rapidement l'eau des nuages, et de projeter la vapeur formée dans les régions froides de l'atmosphère.

» Pour achever d'exposer le rôle de l'électricité dans ce phénomène naturel, il convient de mentionner l'*action mécanique* qui peut résulter du passage du flux électrique au sein de masses aqueuses, et projeter aussi dans les airs des globules liquides susceptibles de se transformer en grêlons.

» On a vu, d'après mes expériences antérieures, qu'avec une source intense d'électricité voltaïque, l'immersion du fil positif dans un liquide conducteur, tel que l'eau salée, déterminait l'agrégation des molécules aqueuses, autour de l'électrode, sous forme d'un sphéroïde lumineux, par suite d'un double effet simultané d'écoulement et d'aspiration, ou de transport dans les deux sens qui semble particulier au flux électrique (*fig.* 1).

Fig. 1.

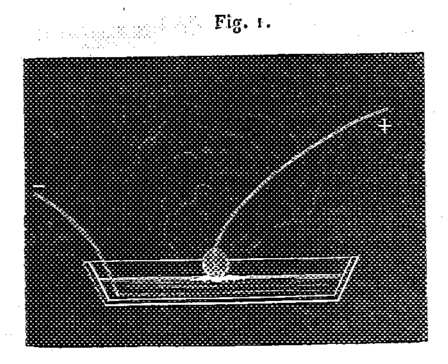
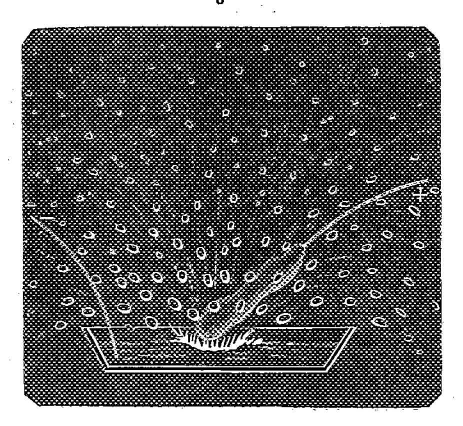


Fig. 2.



» Mais, en employant un courant encore plus intense, provenant de la décharge d'une batterie de 400 couples secondaires, on obtient par l'im-

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXI, p. 616; 1875.

mersion du fil positif, au lieu d'un globule unique, une *gerbe* d'innombrables globules ovoïdes qui se succèdent avec une excessive rapidité, et sont projetés à plus de 1 mètre de distance du vase où se fait l'expérience. L'étincelle produite en même temps à la surface du liquide se présente sous forme de couronne ou d'auréole à pointes multiples d'où jaillissent les globules aqueux (*fig.* 2).

» La métallité de l'électrode n'est pas nécessaire pour obtenir cet effet : un fragment de papier à filtrer, humecté d'eau salée, en communication avec le pôle positif, produit également le phénomène, et constitue une masse humide analogue, jusqu'à un certain point, à celle d'un nuage d'où s'écoulerait un flux d'électricité.

» Si, au lieu de rencontrer une couche profonde de liquide, le courant ne rencontre qu'une surface humide telle que les parois mêmes ou le fond incliné de la cuvette, les effets calorifiques prédominent, l'auréole est plus brillante, et l'eau est rapidement transformée en vapeur (*fig.* 3).

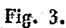
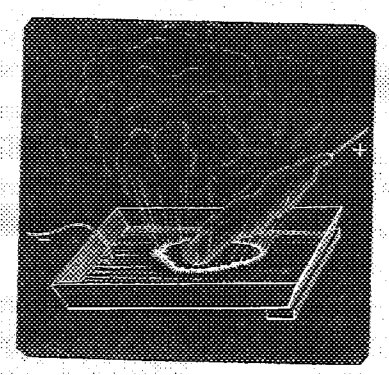


Fig. 3.



» L'action du courant diffère donc suivant la résistance qui lui est opposée, et l'on trouve ici un nouvel exemple de substitution réciproque de la chaleur et du travail mécanique résultant du choc électrique. Lorsque le travail représenté par la projection violente du liquide apparaît, il n'y a pas de chaleur ni de vapeur développées, et, quand aucun travail visible n'est accompli, lorsque le liquide n'est pas projeté, il y a chaleur engendrée et dégagement de vapeur.

» Il résulte de ces expériences :

» 1° Que les décharges électriques produites au sein des nuages peuvent, suivant la densité plus ou moins grande de ces conducteurs humides, déterminer leur réduction en vapeur, ou leur agrégation instantanée en globules d'un volume bien supérieur à celui des globules nuageux eux-mêmes,

et que les bombes liquides ainsi formées peuvent être projetées à de grandes hauteurs, où la température est notablement plus basse que celle du milieu dans lequel se produisent les décharges ;

» 2° Que la formation des grêlons, dans le cas où ils ne présentent pas une série de couches opaques et transparentes, mais une structure rayonnante à partir du centre, s'explique aussi par cette action mécanique ; ils doivent être produits d'un seul jet, et congelés sous le volume même qu'ils ont au moment où ils sont lancés par le flux électrique ;

» 3° Que la forme ovoïde ou en pyramide de ces grêlons, ainsi que leurs parties anguleuses, aspérités ou protubérances est due à leur origine électrique ;

» 4° Que la lueur quelquefois émise par les grêlons est due également à l'électricité ; car bien que, dans les expériences dont il s'agit, on ne puisse distinguer si les globules ont une lueur propre ou causée par la réflexion de l'étincelle, il est probable qu'ils sont aussi rendus phosphorescents par le flux électrique qu'ils renferment.

» Ces considérations n'excluent pas la formation de grêlons par voie d'accroissement successif au sein des tourbillons électrisés qui doivent naître, ainsi que je l'ai indiqué, sous l'influence magnétique du globe ; car, les courants électriques de l'atmosphère étant mobiles dans tous les sens autour des points d'où ils émanent, le magnétisme terrestre convertit, sauf à l'équateur même, leur mouvement rayonnant en mouvement gyratoire de forme spirale.

» Ainsi donc l'électricité intervient dans la production de la grêle par la variété de ses effets, soit mécaniques, soit calorifiques, soit magnéto-dynamiques. Le rôle des vents et des courants d'air est sans doute important ; ils entraînent, divisent ou rassemblent, sur leur passage, les masses nuageuses électrisées ; ils mettent en présence celles qui sont fortement chargées d'électricité et celles qui le sont moins ; ils les élèvent vers les régions froides de l'atmosphère ou facilitent autour d'elles l'abaissement de température nécessaire à la congélation ; ils les dirigent aussi, suivant la configuration du sol, vers les points où l'on observe que la grêle apparaît de préférence. Mais ce sont là des causes concourantes qui préparent seulement les conditions favorables à sa production, tandis que l'électricité est la cause efficiente qui, par sa présence même dans les nuages et par la puissance instantanée de ses décharges, détermine la formation subite et la chute du météore. »

VITICULTURE. — *Lettre adressée à M. le Président de la Commission du Phylloxera*, par M. **Mouillefert**, délégué de l'Académie.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Cognac, 28 janvier 1876.

» Comme j'ai eu occasion de vous le dire dans plusieurs de mes Rapports sur toutes les vignes que j'ai traitées l'année dernière dans la Charente et sur certains points de la Gironde, outre la disparition du Phylloxera, une amélioration sensible s'est produite dans leur état. Partout cette amélioration s'est traduite par une élongation de pousses plus considérable, par une plus grande vigueur et surtout, ce qu'il y a de plus remarquable, par la reconstitution plus ou moins complète, mais toujours réelle, du système radiculaire, résultat qu'on n'obtient, pour des vignes à la dernière extrémité, ni avec les engrais les plus énergiques, ni même avec la potasse.

» Ces racines, formées par l'effet du sulfocarbonate qui avait détruit les parasites de la vigne, résisteraient-elles pendant l'hiver et arriveraient-elles au printemps saines et prêtes à fonctionner? Tout le succès du sulfocarbonatage était dans la conservation de ces racines. En cas d'affirmative, les vignes traitées en 1875, par exemple, devaient être plus vigoureuses au printemps de 1876, puisqu'elles auraient un système radiculaire meilleur.

» Or la première partie du problème est, à mon sens, aujourd'hui résolue : *Les racines formées sous l'influence du sulfocarbonate de potassium ne meurent pas pendant l'hiver*, ce dont vous pourrez juger par vous-même par le bocal que j'ai l'honneur de vous remettre et qui contient des racines extraites d'une vieille vigne malade depuis longtemps et qui était tout à fait à la dernière extrémité lors du traitement (1). Ces racines étant à peu près toutes en très-bon état et avec leur chevelu, tout fait penser que cette vigne, grâce à un nouveau traitement qu'on applique en ce moment, continuera à se rétablir cette année au lieu de continuer à péricliter. »

M. **Cl. Roles**, M. **Laliman**, M[me] **Deleval** adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

---

(1) En effet, le propriétaire, M. Thibaut, arrache en ce moment la partie de cette vigne qui n'a pas été traitée.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le « Résumé des travaux de la Commission chargée d'examiner les questions qui se rattachent à l'assainissement des Halles centrales ». Ce Rapport est adressé à l'Académie par M. *Léon Lalanne*, président de la Commission.

2° Une brochure intitulée : « Études séritechniques sur Vaucanson », par M. *Is. Hedde*.

M. **Dumas** présente à l'Académie, au nom de la Commission du Phylloxera, l'Instruction pratique que la Commission vient de publier, sur les moyens à employer pour combattre le Phylloxera, spécialement pendant l'hiver.

M. Dumas se fait, à cette occasion, l'interprète des sentiments de gratitude de l'Académie envers M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce, dont la libéralité a permis à la Commission de donner à ses travaux l'extension nécessaire; envers les Compagnies de Lyon-Méditerranée, d'Orléans et des Charentes, qui ont autorisé le libre parcours des membres et des délégués de la Commission, et spécialement envers la Compagnie des chemins de fer du Midi, qui a voulu contribuer en outre, pour une large part, aux dépenses occasionnées par ces études longues et délicates.

SCIENCE APPLIQUÉE. — *Sur les travaux de percement du tunnel du mont Saint-Gothard*. Lettre de M. **D. Colladon** à M. le Secrétaire perpétuel (1).

« Le souterrain du mont Saint-Gothard est le plus long tunnel entrepris jusqu'à ce jour. Sa longueur surpasse, de 2687 mètres, celle de la galerie du mont Cenis; elle est presque double de la longueur du plus grand tunnel percé aux États-Unis, celui du mont Hoosac, dans le Massachusset.

» Les études géologiques démontrent que les roches qu'il faut traverser

(1) L'auteur adresse, avec cette lettre : 1° un Rapport sur l'état actuel des travaux du tunnel du mont Saint-Gothard, et sur les principaux appareils adoptés pour ce percement; 2° le Rapport n° 5 du Conseil fédéral suisse sur les moteurs et les compresseurs d'air employés au tunnel du Gothard; 3° un dessin représentant, à une échelle de même grandeur, les appareils pour la compression de l'air qui ont servi au percement du mont Cenis et ceux qui sont adoptés pour le tunnel du Saint-Gothard.

au Saint-Gothard sont notablement plus dures et plus accidentées que celles qui ont été rencontrées au mont Fréjus; et, pendant les trois années écoulées depuis l'origine des travaux de percement, on a dû lutter contre des obstacles physiques qui dépassent de beaucoup ceux qui ont été rencontrés pendant le percement du premier tunnel des Alpes et celui du mont Hoosac.

» Du côté d'Airolo, extrémité sud du tunnel, il s'est présenté de nombreuses failles, d'où s'écoulaient dans la galerie des torrents de boue et de gravier. Ce sont surtout les infiltrations qui ont entravé les opérations du percement : des sources abondantes, jaillissant du rocher avec une extrême violence, ont plus d'une fois arrêté les ouvriers et rendu les travaux exceptionnellement difficiles.

» Au mont Cenis, le volume d'eau d'infiltration maximum n'a pas dépassé 1 litre par seconde; au tunnel du Hoosac, on a signalé le volume de 18 litres par seconde, comme une des causes principales qui avaient retardé le percement. Au côté sud du souterrain du Saint-Gothard, le volume des eaux d'infiltration a été treize à quatorze fois supérieur à celui du mont Hoosac (230 à 240 litres par seconde), et la galerie dite d'*avancement*, ou de *dirction*, dont la section n'est que d'environ 7 mètres carrés et la pente un millième, a été transformée, pendant un an et demi, en un canal où l'eau atteignait la hauteur d'un demi-mètre.

» Depuis le 24 novembre dernier, du côté nord du tunnel, les travaux d'avancement ont rencontré, sous la plaine d'Andermatt, un massif de gneiss et de feldspath décomposé et déliteux, lequel, chargé d'un poids énorme de dépôts quaternaires, tend à refluer dans la galerie et l'obstruerait si l'on ne prenait des précautions excessives (1).

» Depuis qu'on a introduit au Saint-Gothard un ensemble de méthodes et de procédés rationnels, et installé des moteurs puissants, des appareils nouveaux et à mouvements rapides pour la compression de l'air et la perforation mécanique, les vitesses d'avancement réalisées ont surpassé l'attente des hommes expérimentés, et il est permis d'espérer que le programme

---

(1) L'entrepreneur du tunnel du Saint-Gothard, M. Louis Favre, de Genève, qui a exécuté d'importants travaux en France pour la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée, a souscrit en 1872, avec la Compagnie de la ligne du Saint-Gothard, un traité par lequel il s'engage à terminer ce tunnel en neuf années, sous peine de perdre un cautionnement de huit millions; dès la fin de la huitième année, si son travail n'est pas achevé, il sera passible d'une amende de 5000 francs par jour durant le premier semestre et de 10 000 francs par jour pendant le second semestre.

Le tunnel doit être voûté dans toute sa longueur. Le prix total stipulé pour cette

souscrit par M. Favre pourra se réaliser ; c'est ce qui résulte des nombres comparatifs suivants :

« Au mont Cenis, où la marche annuelle a été en progressant jusqu'à la fin de la treizième année, l'avancement, pour les deux galeries de direction, a été :

Pendant l'année 1868, de	1320^{m},00
En 1869, de	1431,00
En 1870 (année du maximum), de	1635,00

» Les travaux du tunnel du Saint-Gothard ont commencé en octobre 1872; ils ont aujourd'hui trois ans et trois mois de date, et l'on y reconnaît également une marche progressive annuelle qui, on peut l'espérer, se continuera encore quelques années.

» L'avancement annuel total des galeries de direction a été :

Pendant l'année 1874, de	1784^{m},50
Et pour l'année 1875, de	2428,50

» Ainsi, d'un côté, M. Favre a rencontré, dès le commencement, des obstacles bien plus sérieux que ceux qu'on a dû surmonter pendant le percement du Fréjus; et, d'un autre côté, malgré tous ces obstacles, il a réalisé, dès la troisième année, un avancement de 48 $\frac{1}{2}$ pour 100 supérieur à l'avancement maximum annuel obtenu au Fréjus pendant treize années, durée du percement.

» Ces différences montrent bien que les méthodes et les mécanismes employés au Gothard présentent une supériorité notable sur ceux dont on s'était servi précédemment. Le caractère essentiel qui distingue ces derniers mécanismes, c'est la diminution de poids et de volume, et l'augmentation de puissance résultant d'une action beaucoup plus rapide.

» Pour les moteurs et les compresseurs du Gothard, j'ai été chargé par M. Favre, en ma qualité d'ingénieur-conseiller pour la partie mécanique de l'entreprise, de rédiger les projets d'installations; j'ai adopté des dispositions assez semblables à celles que j'avais indiquées dans un Mémoire remis, en 1852, au Gouvernement sarde, au sujet du percement mécanique

---

entreprise à forfait représente les deux tiers environ de la dépense faite au souterrain de Fréjus, et surpasse peu les frais qu'a entraînés le percement du mont Hoosac.

La longueur du tunnel à percer dans le granit et dans des gneiss amphiboliques, au mont Saint-Gothard, est de 14 920 mètres.

On sait que le tunnel du mont Cenis, achevé en 1871 et long de 12 233 mètres, a été construit en treize ans et demi. Celui de Hoosac n'a que 7634 mètres de longueur; sa construction a été un peu aidée par un puits intermédiaire entre les extrémités, et cependant elle a exigé, en proportion, un temps notablement plus long.

Ces données font ressortir la hardiesse des conditions souscrites par M. Favre, et l'intérêt qui s'attache à la réussite de cette entreprise.

du mont Cenis, et où je faisais valoir les avantages de l'emploi de l'air comprimé, substitué au câble sans fin, proposé par M. Maus, pour transmettre un travail extérieur aux outils placés au fond des galeries et pour produire en même temps l'aération du tunnel (1)

» Pour les installations mécaniques destinées à la compression de l'air au Saint-Gothard, nous avons substitué aux roues volumineuses à augets, faisant huit tours par minute, employées au mont Cenis, des turbines de petit diamètre animées d'une grande vitesse : 350 tours par minute sous une chute de 180 mètres à Airolo, où le volume d'eau est faible, et 150 tours à Göschenen, où le volume est plus abondant (2).

» Ces machines, moins coûteuses que les béliers, avaient un rendement trois fois supérieur, d'après le rapport officiel présenté en 1863 au Gouvernement italien par MM. Sommeiller, Grandis et Grattoni (3). »

ASTRONOMIE. — *Découverte de la Planète* (159); par M. **Paul Henry**. Note présentée par M. Le Verrier.

26 janvier 1876...... 9^h t. m. Æ $= 3^h 16^m 40^s$. Ⓓ $= +11°,30'$.
Mouvement diurne. $+28^s$ $+$ $6'$.

» La planète est de 12,5.

---

(1) Il me sera permis de rappeler ici que ce Mémoire, qui a reçu, en février 1873, l'approbation d'une Commission nommée par l'Académie royale de Turin, contenait, outre l'indication de procédés utilisés plus tard au mont Cenis, le résumé de mes expériences, faites en 1850, 1851 et 1852, sur la résistance des gaz et de l'air dans les conduites en fer fondu, et la conclusion essentielle que la diminution du coefficient de résistance, quand les diamètres augmentent, est plus rapide qu'on ne le supposait à cette époque. (*Rapport de la Commission de l'Académie royale de Turin au Gouvernement sarde*, du 13 février 1853. — *Discours du général professeur F. Menabrea au Parlement des États sardes*, le 26 juin 1857.)

(2) La planche photographiée qui fait partie de mon envoi montre les proportions des appareils de compression d'air qui ont servi pour les deux percements. On y voit représentés les béliers compresseurs adoptés, à l'origine, à Bardonnèche et à Modane. Ces appareils volumineux et d'une puissance bornée, relativement à leur prix de revient, ont été remplacés peu de temps après par vingt-huit pompes colossales à piston liquide et à simple effet. Des pompes à piston hydraulique analogues, mais beaucoup plus petites, ont été employées en 1825 par l'ingénieur Taylor pour comprimer le gaz d'éclairage à de hautes tensions; elles sont décrites et figurées dans le *Traité de Chimie appliquée aux Arts* de M. Dumas, tome Ier, Atlas, *Pl. XVI*, *fig.* 12.

(3) *Tripla quantità d'aria con un terzo di meno di spesa*. Relazione della direzione tecnica, par MM. Sommeiller, Grandis et Grattoni, p. 92, 1863.

Observations de la planète (159), Émilia, faites à l'équatorial du jardin; par MM. Henry.

1876.	T. m. de Paris	Asc. droite.	log.(par × Δ).	Distance polaire.	log.(par × Δ).
	h m s	h m s		° ′ ″	
Janv. 26.	9.39.47	3.16.41,30	+ ($\bar{1}$,424)	78.29.58,5	— (0,755)
27.	7.31.18	3.17. 8,38	+ ($\bar{2}$,843)	78.25.31,4	— (0,733)
28.	7.57.42	3.17.40,07	+ ($\bar{1}$,081)	78.20.30,5	— (0,734)

» L'étoile de comparaison est la même pour chacune des trois observations.

Position moyenne de l'étoile de comparaison pour 1876,0.

Nom de l'étoile.	Grandr.	Asc. droite.	Réduction au jour.	Dist. polaire.	Réduction au jour.
		h m s		° ′ ″	
244 Weisse. H. III.	9	3.14.55,55	+0,53+0,52+0,51	78.20.39,8	−7,0 −6,9 −6,9

GÉOMÉTRIE. — *Note sur les courbes gauches du quatrième ordre;* par M. P. Serret.

« 1. Le premier des problèmes généraux que l'on rencontre dans la théorie des courbes gauches du quatrième ordre a pour objet la détermination graphique des quatre traces de la courbe sur un plan quelconque, ou celle de ses dernières traces sur un plan particulier conduit par n des huit points qui la déterminent ($n = 1, = 2, = 3$).

» Le seul emploi de la propriété fondamentale des *neuf* points d'une biquadratique gauche, contenue dans l'identité tangentielle

$$(I) \qquad \Sigma_1^9 \lambda_i P_i^2 \equiv 0,$$

permet d'ailleurs de résoudre directement et uniformément les quatre cas du problème, en particulier les trois derniers ($n = 2, = 3, = 0$), sans y faire intervenir, comme je l'avais fait d'abord pour le quatrième cas, aucune surface auxiliaire du second degré (*). Les points que l'on cherche sont alors fournis régulièrement, soit par les points d'intersection de deux coniques déterminées, définies l'une et l'autre par cinq couples de points conjugués; soit par les derniers points de rencontre de deux coniques auxquelles leur définition assigne m points communs, et qui sont, en outre, respectivement déterminées par la donnée complémentaire de n couples de points conjugués ($m + n = 5$). On a ainsi la solution normale et régulière du problème, fondée sur les mêmes principes que j'ai fait con-

(*) *Géométrie de direction*. Gauthier-Villars; 1869.

naître depuis longtemps, mais dégagée de ce nombre surabondant de coniques, que j'y employais dans l'un des cas, et qui marquait un défaut d'exécution.

» 2. Lemme. — *Un pentagone gauche* 12345 *et un quadrangle plan* $\dot{x}\dot{y}\dot{z}\dot{t}$, *inscrits l'un et l'autre à une même courbe gauche du quatrième ordre sont toujours* conjugués *à une même conique* (*loc. cit.*, p. 371).

» Rappelons qu'un quadrangle $xyzt$ est dit conjugué à une conique, lorsque le pôle de chacun de ses côtés, par rapport à la courbe, tombe sur le côté opposé, et qu'une conique conjuguée au pentagone gauche 12345 est aussi conjuguée au pentagone plan 12345 ayant pour sommets successifs les traces des côtés successifs de celui-là sur le plan de la courbe; en sorte que chacun des sommets de ce nouveau pentagone représente le pôle du côté opposé, par rapport à la conique conjuguée, laquelle est déterminée entièrement en même temps que l'un ou l'autre de ces pentagones.

» Le lemme actuel n'est d'ailleurs que la traduction, en langage ordinaire, de l'identité générale (I); il fournit immédiatement la construction du premier cas du problème, et nous allons montrer comment on l'applique aux trois autres cas.

» 3. Problème. — *Étant donnés huit points* 1, 2, 3, 4, 5, 6; x, y *d'une courbe gauche du quatrième ordre*, *déterminer les deux dernières traces* z *et* t *de la courbe sur un plan* H, *conduit à volonté par deux de ces points* x *et* y. Considérons, dans le plan H, les deux coniques déterminées S_1, S_2, conjuguées respectivement aux pentagones gauches 12345, 23456, ou aux pentagones plans dérivés de ceux-là. Le quadrangle formé dans le plan H des deux points donnés x, y et des deux z et t que l'on cherche sera conjugué, d'après le lemme, à chacune des courbes S_1, S_2; et c'est d'après cette double condition que l'on doit le déterminer complétement.

» Observons, à cet effet, que, si l'on conçoit les deux courbes S_1 et S_2 rapportées aux sommets x, y, z, t du quadrangle conjugué qui leur est commun, leurs équations tangentielles seront l'une et l'autre de la forme

$$(\text{o}) \qquad \dot{x}^2 + \dot{y}^2 + \dot{z}^2 + \dot{t}^2 = 0;$$

en désignant par $\dot{x}^2$ un multiple quelconque du carré x^2 (*loc. cit.*, p. 287).

» D'une autre part, si l'on rapporte *effectivement* ces deux courbes, qui sont entièrement connues, aux sommets de deux quadrangles, respectivement circonscrits à l'une ou à l'autre, et ayant d'ailleurs deux sommets opposés communs α, α', leurs équations tangentielles respectives peuvent

s'écrire, séparément cette fois,

(1) $$\alpha.\alpha' + \beta.\beta' = 0,$$

(2) $$\alpha.\alpha' + \gamma.\gamma' = 0.$$

Si l'on compare actuellement les formes équivalentes (0) et (1), (0) et (2), les identités tangentielles résultantes

(1′) $$\dot{x}^2 + \dot{y}^2 + \dot{z}^2 + \dot{t}^2 + \alpha\alpha' + \beta\beta' \equiv 0,$$

(2′) $$\dot{x}^2 + \dot{y}^2 + \dot{z}^2 + \dot{t}^2 + \alpha\alpha' + \gamma\gamma' \equiv 0,$$

comparées entre elles, entraînent, comme je l'ai montré, l'existence d'une première conique Σ circonscrite au quadrangle $xyzt$ et conjuguée aux trois couples de points connus α, α'; β, β'; γ, γ'.

» Or, cette première conique est entièrement déterminée par le point x, le point y et les trois couples de points conjugués α, α'; β, β'; γ, γ'; et elle contient les deux points z et t que l'on cherche.

» Il ne reste donc plus qu'à substituer aux points α, α', que l'on avait pris à volonté extérieurement à chacune des courbes S_1, S_2, deux autres points α_1, α'_1 choisis de même, et l'on obtiendra ainsi une nouvelle conique déterminée Σ' passant, comme la première, par les points donnés x, y, et contenant aussi les deux points z et t que l'on cherche. Donc, etc. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur le principe de correspondance, et le moyen qu'il offre de lever quelques difficultés dans les solutions analytiques.* Note de M. SALTEL (*).

« Dans nos deux premières Communications, nous avons montré comment le principe de correspondance analytique lève un certain nombre de difficultés et impossibilités présentées jusque-là par les solutions analytiques. Ces solutions offrent encore d'autres difficultés et impossibilités que M. Chasles a signalées dans les *Comptes rendus* du 9 août. Nous nous proposons, dans cette troisième Communication, de faire voir que non-seulement notre méthode analytique est encore exempte de ces nouveaux reproches, mais qu'elle indique comment on pourrait déterminer *a priori* les équations des courbes étrangères qui sont cause des difficultés en question.

» Rappelons d'abord le passage de M. Chasles :

» Les questions où entrent des conditions de grandeur de segments rectilignes, traitées

(*) Cette Note est le contenu d'un pli cacheté, adressé à l'Académie le 17 janvier 1876, et ouvert dans la séance de ce jour sur la demande de l'auteur.

jusqu'ici dans la théorie des courbes, sont extrêmement rares, même à l'égard des courbes les plus simples, les sections coniques; c'est que, indépendamment des difficultés de calcul qu'y trouvent les méthodes analytiques, leur solution implique en général la connaissance de l'*ordre* et de la *classe* des courbes, et est donc inaccessible à ces méthodes. »

» Cela dit, nous allons développer notre méthode sur le premier exemple traité par M. Chasles, dans sa Communication du 29 novembre.

» Problème. — *Trouver l'ordre du lieu des points d'où l'on abaisse sur une courbe* U_m, *possédant un point* P *multiple d'ordre* p, *des normales de même grandeur* Q (*).

» Si l'on prend pour origine le point P, et si l'on désigne par

$$f(x, y) = 0, \quad (a, b),$$

l'équation de U_m et les coordonnées d'un point de cette courbe, les équations et les séries des points qui définissent le lieu seront évidemment

$$x\frac{d\rho}{db} - y\frac{d\rho}{da} - a\frac{d\rho}{db} + b\frac{d\rho}{da} = 0, \tag{1}$$

$$f(a, b) = 0, \tag{2}$$

$$(x-a)^2 + (y-b)^2 = Q^2, \tag{3}$$

$$\rho_1\left(p\frac{d\rho}{db} - q\frac{d\rho}{da}\right) - a\frac{d\rho}{db} + b\frac{d\rho}{da} = 0, \tag{4}$$

$$f(a, b) = 0, \tag{5}$$

$$\rho_2^2(p^2+q^2) - 2(pa+qa)\rho_2 + a^2 + b^2 - Q^2 = 0. \tag{6}$$

» Rappelons qu'il y a nécessairement une certaine relation $+(\rho_1, \rho_2) = 0$ entre ρ_1 et ρ_2, et que c'est le degré de cette relation, lorsqu'on y fait $\rho_1 = \rho_2$, qui donne le degré du lieu.

» Cela posé, si l'on donne à ρ_1 une valeur particulière, il en résulte, à cause des équations (4) et (5), m^2 valeurs de (a, b); mais, puisque le point P est pris pour origine, il y a parmi ces valeurs $p(p-1)$ d'entre elles qui sont nulles et auxquelles correspondent, d'après l'équation (3), $2p(p-1)$ valeurs de ρ_2, déterminées par l'équation $[\rho_2^2(p^2+q^2) - Q^2]^{p(p-1)} = 0$. On peut donc dire que, parmi les $2m^2$ valeurs correspondant à une valeur particulière de ρ_1, il y en a $2m^2 - 2p(p-1)$ qui dépendent de cette valeur

(*) L'énoncé du *théorème* de M. Chasles, t. LXXXI, p. 994, est : « Le lieu des points d'où l'on abaisse sur une courbe U^n des normales de même longueur est une courbe de l'ordre $2m + 2n$. »

La condition de posséder un point P multiple d'ordre p n'y est pas supposée. (J. Bertrand.)

particulière et $2p(p-1)$ qui en sont indépendantes; donc la fonction ψ est nécessairement de la forme

$$\psi(\rho_1, \rho_2) = \varphi(\rho_1, \rho_2) \times [\rho_2^2(p^2+q^2) - Q^2]^{p(p-1)} = 0,$$

ce qui montre que l'équation de la courbe doit contenir nécessairement comme facteurs $p(p-1)$ fois l'équation du cercle que l'on obtient en remplaçant, dans l'équation $\rho_2^2(p^2+q^2) - Q^2 = 0$, la valeur de ρ_2^2 par $\frac{x^2+y^2}{p^2+q^2}$. (Il est très-facile de se rendre compte géométriquement de cette solution étrangère.)

» Cela posé, cherchons le degré total de $\psi(\rho_1, \rho_2) = 0$, lorsqu'on y fait $\rho_1 = \rho_2$, c'est-à-dire les valeurs nulles et non nulles, mais finies, de ρ'_2 et ρ'_1. Si l'on suppose que $f'(a', b')$ représente l'ensemble des termes du degré m dans la fonction $f(a', b')$, on trouve que ces valeurs sont respectivement déterminées par les relations

$$(7) \qquad p\frac{d\rho'}{db'} - q\frac{d\rho'}{da'} - a'\frac{d\rho'}{db'} + b'\frac{d\rho'}{da'} = 0,$$

$$(8) \qquad f(a', b') = 0,$$

$$(9) \qquad \rho_2'^2(p^2+q^2) - 2(pa'+qb')\rho'_2 + a'^2 + b'^2 = 0,$$

$$(10) \qquad \rho'_1\left(p\frac{d\rho'}{db'} - q\frac{d\rho'}{da'}\right) - a'\frac{d\rho'}{db'} + b'\frac{d\rho'}{da'} = 0,$$

$$(11) \qquad f(a', b') = 0,$$

$$(12) \qquad (p^2+q^2) - 2(pa'+qa') + a'^2 + b'^2 = 0.$$

» Les équations (7) et (8) donnent m^2 valeurs de (a, b), dont $m(m-1)$ sont nulles; donc, à cause de l'équation (9), on a $2m^2 - 2m(m-1) = 2m$ valeurs finies de ρ'_2 et $2m(m-1)$ valeurs nulles. On trouve de même $2m$ valeurs finies de ρ'_1 et aucune valeur nulle; donc, conformément au principe de correspondance analytique, le nombre cherché est $2m+2m(m-1)$. Si de ce nombre on retranche $2p(p-1)$, il restera, pour le véritable degré du lieu, $2m+2m(m-1) - 2p(p-1)$, ce qui donne $2m+2n$, en désignant par n la classe de la courbe.

» *Nota.* — La méthode est évidemment générale et s'applique quel que soit le nombre des points multiples. »

TOPOGRAPHIE. — *Sur les cartes topographiques;* par M. **H. Hermite.**

« La méthode qui fait l'objet de cette Note consiste sommairement : 1° à n'employer les courbes horizontales équidistantes que pour exprimer

les terrains dont la pente ne dépasse pas 14 degrés; 2° à représenter les contrées accidentées par leurs lignes de faîte, leurs crêtes, leurs thalwegs et par une ligne nouvelle que nous appelons *ligne de raccordement;* 3° à estimer les altitudes par des points équidistants de niveau accompagnant les lignes précédentes; 4° à produire l'illusion du relief par des hachures extrêmement fines.

» Notre but est de diminuer l'étendue des cartes tout en exprimant fidèlement le plus de détails possible.

» Dans la méthode proposée, nous ne faisons usage des lignes de niveau que pour exprimer les plaines, les plateaux, et en général les surfaces dont la pente ne dépasse pas 14 degrés, parce que ces horizontales peuvent s'y développer sans coudes brusques et que leur espacement est plus grand. « La limite de 14 degrés de pente satisfait bien aux exigences du » travail graphique; c'est celle qu'avait adoptée le général Haxo pour ses » deux séries de hachures : elle correspond presque exactement, dans la » nature, aux pentes maxima des terrains marneux et argileux qui sont si » nombreux. Enfin, elle représente la limite extrême des pentes sur les» quelles l'infanterie peut encore se mouvoir en ordre, la cavalerie charger » en montant, l'artillerie manœuvrer. » (*Mémorial de l'Officier du Génie*, n° 14, p. 138.)

» A partir de cette pente limite, les crêtes, les thalwegs apparaissent plus nettement accusés, par suite de l'augmentation de l'action érosive des eaux. Ces lignes deviennent alors caractéristiques des accidents du sol, qu'elles encadrent en quelque sorte et qu'elles expriment avec le moins de traits possible.

» Le rôle considérable de ces lignes dans l'économie des contrées a été mis en lumière dans l'ouvrage de M. A. Burat, *Géologie de la France*. Nous ne pouvons mieux faire que d'appeler l'attention sur le Chapitre de cet Ouvrage intitulé : *Les lignes de faîte et les thalwegs*.

» On pourrait craindre, au premier abord, que la pente de nos lignes caractéristiques soit trop grande, en général, pour se prêter à l'estimation des altitudes au moyen d'un système de points. Dans la réalité, ces pentes sont beaucoup plus faibles que celles de notre pente limite de 14 degrés, car M. Smel, dans sa classification des torrents des Alpes, est arrivé à cette conclusion, que la pente du canal d'écoulement des torrents ne dépasse pas en moyenne $0^{m},06$. Une ligne idéale, menée de Genève au sommet du mont Blanc, présente la même pente de $0^{m},06$. Les versants

les plus rapides que l'on puisse observer en Europe ont une pente moyenne qui ne dépasse pas 10 centimètres par mètre.

» Mais, avant de donner les détails indispensables sur le mode d'estimation des altitudes par un système de points, nous devons faire mention d'une ligne qui, avec celles des crêtes et des thalwegs, est nécessaire pour l'expression des contrées accidentées. Cette ligne, que nous avons désignée sous le nom de *ligne de raccordement*, est déterminée par la rencontre de deux pentes dans le même sens et dont l'inclinaison est très-différente.

» Cette nouvelle ligne caractéristique exprimera en particulier le raccordement des versants des vallées avec les plateaux, ainsi que la rencontre des rochers à pic avec le sommet des talus d'éboulement. Elle correspond, dans l'économie de la nature, au passage de roches de consistances différentes. Elle correspond aussi à ces temps d'arrêt dans les oscillations de la croûte terrestre dont M. Bravais a suivi et mesuré les traces sur les rochers du Spitzberg, et qu'il a désignées sous le nom de *lignes d'anciens rivages*. La considération de cette ligne n'est pas moins importante pour l'expression des failles et des mouvements secondaires du sol.

» Afin d'éviter toute confusion sur les cartes, il sera nécessaire d'adopter, pour les lignes dont la définition et les fonctions sont si tranchées, des traits de différentes grosseurs obtenus avec des outils bien calibrés. L'ensemble de leur tracé ne peut manquer de produire une sorte de dessin au trait faisant ressortir la physionomie propre à chaque montagne. Les ombres qu'on ajoutera pour rendre encore plus saillante l'illusion du relief devront être obtenues par des traits extrêmement fins qui n'empêchent pas la lecture des lignes et des points qui les accompagnent.

» L'estimation des altitudes par des points équidistants de niveau présente à l'application quelques difficultés. Les lignes de faîte, les crêtes, les routes et même les lignes de raccordement offrent de fréquentes alternances de pente, de contre-pente et de parties horizontales qu'on pourra exprimer en plaçant les points d'un même côté de ces lignes pour les pentes, et du côté opposé pour les contre-pentes; quant aux parties horizontales, elles seront naturellement exprimées par l'absence de points. Les thalwegs ayant leur pente toujours dans le même sens, il sera bon de placer les points sur le milieu même du trait.

» On augmentera beaucoup la rapidité de la lecture des points en leur affectant une forme différente de 10 en 10, de 100 en 100.... On devra

compter les points à partir de la jonction des lignes caractéristiques avec les courbes de niveau, ou à partir de points d'une forme particulière, dont la cote sera indiquée dans une légende jointe à la carte.

» Pour exprimer un versant couronné de rochers à pic, deux lignes de raccordement seront nécessaires : l'une pour exprimer le sommet des rochers, et l'autre leur pied. S'il s'agit d'exprimer ces crevasses profondes et abruptes qui déchirent certains plateaux, on emploiera trois lignes de raccordement : l'une, celle du milieu, indique le thalweg ; les deux autres exprimeront les raccordements avec les plateaux. Ces lignes accompagnées de leurs points donneront une expression vraie et complète de ces accidents du sol, qu'il est impossible de figurer dans la méthode des courbes de niveau.

» Nous avons été conduit à proposer ces modifications, parce que, dans les cartes de l'État-major au $\frac{1}{80000}$, les courbes de niveau n'indiquent plus en pays accidenté que les formes générales. En effet, les pentes de 33 à 35 degrés, pour être exprimées avec l'équidistance adoptée de $\frac{1}{10}$, exigeraient le tracé de six à sept courbes par millimètre ; or ces pentes sont celles des talus d'équilibre stable de l'éboulement de la plupart des roches (*Bulletin de la Société géologique de France*, novembre 1842); elles se rencontrent non-seulement en pays de montagnes, mais sur le versant de la plupart de nos vallées ; là, comme dans les montagnes, elles sont souvent couronnées de rochers à pic.

» L'inspection du terrain, les cartes à la main, ne confirme que trop ces considérations : nous avons vu les Allemands, en 1872, utiliser, lors de leurs grandes manœuvres, plusieurs omissions de vallons sur nos cartes, pour aborder le vaste plateau des Saizerais à la poursuite simulée de notre armée, battant en retraite en défendant notre sol dans des positions favorables. »

CHIMIE. — *Sur la congélation du mercure par l'emploi du mélange de neige et d'acide chlorhydrique.* Note de M. G. WITZ.

« Le mélange frigorifique indiqué par MM. Isid. Pierre et Ed. Puchot (1) m'a servi récemment pour obtenir, avec une grande facilité, la production économique de très-basses températures. J'ai apporté, dès les

(1) *Comptes rendus*, 3 janvier 1876, p. 48 de ce volume.

premiers essais, de notables modifications aux expériences relatées comme donnant une température finale de — 32°, ou même — 35°, avec la précaution de refroidir préalablement l'acide jusqu'à — 15° à — 16°.

» Ainsi, le mélange *à parties égales* de neige et d'acide chlorhydrique du commerce est, suivant moi, celui qui produit les effets les plus énergiques, et il est particulièrement préférable au mélange de 2 parties de neige avec 1 partie d'acide.

» Voici d'ailleurs, comme base, les chiffres d'une expérience qui a été répétée à plusieurs reprises :

» 250 grammes de neige fine et aussi spongieuse que possible, c'est-à-dire non massée, prise à la température de zéro, étant ajoutés d'un seul coup à 250 grammes d'acide chlorhydrique du commerce marquant 22°,2 à l'aréomètre de Baumé (densité, 1,1823), à la température de — 1°, on obtient, en remuant, en moins d'une minute, une solution presque complète, ne fumant plus à l'air, et ayant une température de — 37°,5. Cette température se conserve longtemps, si l'on a le soin d'opérer dans une capsule entourée d'un second vase et de coton formant bain d'air. En faisant varier le poids de la neige, de $\frac{1}{10}$ en plus ou de $\frac{1}{10}$ en moins, le thermomètre marque, dans l'un et l'autre cas, 2 à 3 degrés de moins.

» J'ai essayé comparativement d'employer de l'acide chlorhydrique dilué de $\frac{1}{6}$, l'acide sursaturé de gaz ne présentant pas d'avantages sensibles sur l'acide ordinaire; mais le résultat a été moins bon.

» J'ai cherché à faire un semblable mélange frigorifique en employant l'acide commercial refroidi préalablement à — 18°, et j'ai obtenu ainsi très-promptement la congélation du mercure. Cette congélation, jusqu'ici assez difficile et onéreuse à effectuer, pourra être réalisée avec la neige sur une grande échelle et sans aucun frais, puisque l'acide chlorhydrique étendu d'eau conserve toute sa valeur pour les applications industrielles.

M. Regnault fait observer, à cette occasion, que, depuis bien longtemps, il a fait employer, dans son laboratoire, les mélanges de neige et d'acide chlorhydrique comme mélanges réfrigérants. On atteint facilement ainsi le point de congélation du mercure.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur le noir d'aniline électrolytique*. Note de M. FR. GOPPELSRŒDER, présentée par M. Würtz.

« 1° Quand le courant galvanique, faible ou fort, passe par une solution aqueuse, froide ou chaude, étendue ou concentrée, neutre ou acide, des chlorhydrate, sulfate ou azotate d'aniline, il se forme, dans un temps plus ou moins court, au pôle positif, un dépôt vert, qui passe par le violet, bleu violet, jusqu'au bleu indigo foncé. Les tartrate, oxalate et acétate d'aniline ne donnent qu'un dépôt brun, accompagné de peu de vert.

» Si l'on change les pôles, il y a décoloration au pôle qui était précédemment pôle positif, et les mêmes colorations se reproduisent au pôle qui était le pôle négatif.

» La réaction est très-sensible, car 1 milligramme de chlorhydrate d'aniline, dissous dans 60 centimètres cubes d'eau, a donné, après quelques heures, une coloration verte au platine positif. Avec une solution de 1 milligramme du même sel dans 30 centimètres cubes d'eau on obtient non-seulement la réaction verte, mais aussi la réaction bleue et violette. Avec $2^{mgr},5$ de chlorhydrate d'aniline dans 30 centimètres cubes de liquide, il y avait, au bout de deux heures, coloration bleu violet et en partie vert grisâtre; une heure après, coloration brun jaunâtre du liquide, et plus tard réaction vert très-sensible.

» Le liquide dans lequel plonge l'électrode positive a des couleurs bien différentes, tantôt jaune, orangé rouge ou violet. Quand le sel d'aniline est complétement décomposé, le liquide est incolore.

» Le coton, le papier à filtrer, la laine ou la soie, qui sont employés pour conduire le courant d'un vase à l'autre, sont recouverts du même colorant que l'électrode et sont même teints en brun saumon, vert, gris ou rouge, ce qui provient de ce que le liquide contient différentes matières colorantes, qui se séparent par la capillarité des fibres. Au lieu de ces conducteurs, on peut aussi employer de l'amiante.

» 2° L'électrode négative n'est jamais recouverte que d'un léger voile noir, et il ne se produit tout au plus qu'un léger dépôt brun jaunâtre au fond du vase. Le liquide à ce pôle est coloré en brun jaune ou rougeâtre. Les conducteurs sont teints en couleurs analogues.

» 3° Le dépôt vert, qu'on obtient en premier lieu au pôle positif, est un corps inaltérable, quand il est sec, par l'ozone, mais il devient vert bleu et

puis bleu dans le gaz ammoniac; après l'évaporation de l'ammoniaque, il est de nouveau vert. Le dépôt vert du pôle positif s'altère à l'état humide par l'ozone, devient bleu violâtre foncé en chauffant avec une solution de bichromate de potassium, pour redevenir vert par un acide fort. Quant au dépôt bleu indigo foncé, c'est un mélange de différents colorants, parmi lesquels est d'abord le noir d'aniline, dont les autres peuvent être séparés par les dissolvants ordinaires, ainsi que l'eau, l'alcool, l'éther, la benzine, les acides et les alcalis étendus. La qualité et la quantité de ces colorants, qui accompagnent le noir, dépendent de la nature et de la concentration de la liqueur, de la force de la pile, de la température et d'autres circonstances accessoires.

» Le dépôt au pôle positif, après sa purification, est un beau noir cristallin à l'éclat métallique, non sublimable, insoluble dans l'eau, dans les alcools, dans la benzine et ses homologues, inaltérable par les acides faibles, même à l'ébullition, mais verdissant par l'ébullition avec de l'acide acétique concentré, résistant à l'action de corps réducteurs et oxydants, inaltérable à l'état sec et humide par l'ozone, inaltérable par l'oxygène et l'hydrogène électrolytiques, inaltérable par l'hydrogène se dégageant de l'acide sulfurique étendu par le zinc, inaltérable par l'eau de chlore. Il est insoluble dans la dissolution des alcalis, mais il se modifie en partie, car l'alcool peut maintenant en extraire une matière colorante bleue, qui, par l'ammoniaque, devient verte et, par les acides, jaune.

» Le noir électrolytique chauffé sous pression avec l'alcool le colore en violet foncé, qui, par des alcalis, devient plus beau, inaltérable par les acides étendus. Le noir électrolytique se dissout dans l'acide sulfurique. La dissolution est violette, bleu vert ou brune, suivant que l'acide sulfurique réagit plus ou moins énergiquement sur le noir. Les solutions sulfuriques violettes, bleues et vertes, versées dans l'eau, donnent un précipité vert. Le liquide filtré est ou incolore ou rougeâtre, et, dans ce dernier cas, il contient un corps rouge dont la solution alcoolique additionnée d'ammoniaque est d'un beau rose qui possède une belle fluorescence ressemblant à celle du rose de naphtaline.

» Le précipité vert, obtenu de la dissolution sulfurique du noir versée dans l'eau, est insoluble dans les dissolvants ordinaires, quoique l'on puisse le suspendre dans l'eau si finement qu'il a l'air d'être dissous. Ce vert est soluble dans l'acide sulfurique à chaud avec une couleur d'un violet sale, et il est reprécipité par l'eau. Si on le chauffe longtemps avec l'acide sulfu-

rique, l'eau se colore en rose rouge, et prend après, par l'ammoniaque, une coloration bleuâtre avec fluorescence jaune. Avec de la potasse caustique, il devient bleuâtre, et le liquide filtré est rouge. Par l'ammoniaque, le vert devient violet et même noir, mais l'acide acétique le rend de nouveau vert. Après l'addition d'ammoniaque ou d'alcali fixe, la liqueur aqueuse dans laquelle le vert est en suspension devient d'un bleu intense, mais le colorant se trouve encore simplement suspendu; seulement une partie minime se dissout, car le liquide filtré est faiblement coloré en violet bleuâtre. L'hydrogène naissant le décolore peu à peu.

» Chauffé au rouge dans un tube à combustion avec un mélange de chaux et de soude, le noir électrolytique dégage des vapeurs blanches, qui ont l'odeur de l'aniline et qui brunissent le curcuma; si l'on chauffe plus fort, on obtient de l'ammoniaque. Si la couche de chaux sodée n'est pas assez longue, on obtient en même temps un sublimé violet, qui se dissout dans l'alcool avec une couleur bleu violet par transparence à la lumière du jour, et rouge violet dans la lumière artificielle; ce liquide devient vert par l'acide chlorhydrique et redevient bleu par les alcalis. La présence de l'azote contenu dans le noir électrolytique a été aussi démontrée par la réaction avec le potassium.

» L'examen optique du noir électrolytique a montré qu'il est plus noir que les autres noirs d'aniline auxquels je l'ai comparé.

» J'aurai l'honneur d'adresser à l'Académie, sous peu, les résultats de l'analyse élémentaire que je fais actuellement de ces corps purifiés avec les plus grands soins. Je terminerai, par ces analyses, mes communications sur le noir électrolytique que j'avais l'intention de compléter; mais je veux laisser à M. Coquillion, qui a entretenu l'Académie le premier sur ce sujet, le soin de poursuivre l'étude spéciale de ce noir, que j'avais entre les mains, il y a déjà plus d'un an. Je me réserve cependant de communiquer successivement à l'Académie les résultats que j'ai obtenus en traitant par l'électrolyse les corps les plus divers choisis dans la série aromatique. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur le ferment de l'urée.* Note de M. **Musculus**, présentée par M. Boussingault. (Extrait.)

« Dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, t. LXXVIII, janvier 1874), j'ai décrit un papier réactif avec lequel on peut reconnaître l'urée en solution même très-étendue. Je l'avais obtenu en filtrant de l'urine devenue ammoniacale, lavant le filtre à l'eau distillée et le colorant avec

du curcuma. Ce papier contient dans ses pores une petite quantité de ferment, qui peut se conserver ainsi très-longtemps. J'en possède qui, après deux ans, n'a encore rien perdu de son activité. Quand on trempe ce papier dans une solution d'urée et qu'on le met ensuite à l'air, il devient brun au bout de quelques minutes. Ce changement de couleur se produit sous l'influence du ferment qui métamorphose l'urée, corps neutre sans action sur le papier de curcuma, en carbonate d'ammoniaque, corps doué d'une réaction fortement alcaline.

» Toutes les urines ne sont pas aptes à fournir du ferment; il en est même qu'on peut laisser à l'air, en été, pendant plusieurs mois sans qu'elles entrent en fermentation ammoniacale.

» Les urines les plus riches en ferment sont les urines épaisses, filantes et ammoniacales, rendues par des malades atteints de catarrhe de la vessie (1). Ces urines ne peuvent pas être filtrées, car les mucosités forment, au bout de peu de temps, un enduit imperméable qui bouche tous les pores du papier; mais, lorsqu'on y ajoute de l'alcool fort, le mucus se coagule en une masse semblable à la fibrine, que l'on parvient facilement à isoler du liquide. C'est ce mucus qui constitue le véritable ferment. Pour le conserver, on le sèche à une douce température, on le pulvérise et on l'enferme dans un flacon bien bouché.

» Les filtres qu'on a employés pour recueillir le ferment, séchés et teints au curcuma, donnent un excellent papier réactif, beaucoup plus énergique que celui qu'on obtient d'abord par simple filtration de l'urine ammoniacale.

» En examinant ce mucus desséché au microscope, on n'y voit aucune cellule comme celles qui se trouvent dans les dépôts de l'urine, et auxquelles on a attribué la propriété de transformer l'urée en carbonate d'ammoniaque. Il faut donc admettre, suivant l'opinion ancienne, que le mucus de la vessie agit lui-même comme ferment. La meilleure preuve à l'appui de cette manière de voir, c'est la solubilité du ferment dans l'eau.

» Pour mettre cette solubilité en évidence, on délaye dans l'eau une certaine quantité de mucus pulvérisé et l'on jette le tout sur un filtre : il passe d'abord un liquide trouble, mais qui s'éclaircit peu à peu. Quand il est devenu tout à fait limpide, on y introduit de l'urée et l'on chauffe à une température de 35 à 40 degrés. Au bout d'une heure, on peut déjà y con-

(1) Pour être sûr d'obtenir un ferment énergique, il est bon d'employer ces urines avant que les malades aient pris des médicaments, tels que l'acide benzoïque, la térébenthine, etc.

stater une notable quantité de carbonate d'ammoniaque. Après douze heures, la fermentation est complète.

» La matière en dissolution se comporte comme la mucine; elle est précipitée par l'alcool et par l'acide acétique.

» Le nitrate acide de mercure fait naître dans la solution un précipité qui devient rose quand on chauffe. Le chlorure de sodium ne la précipite pas; elle n'est pas coagulée par l'ébullition.

» Le précipité obtenu avec l'alcool, recueilli sur un filtre et séché, se présente comme une masse amorphe, brillante, de couleur brune, soluble dans l'eau et surtout dans l'eau additionnée de chlorure de sodium; c'est un ferment très-énergique. 10 centigrammes, dissous dans 50 centilitres d'eau, transforment complétement $0^{gr},20$ d'urée en moins d'une heure, si l'on maintient la liqueur à une température de 35 à 40 degrés.

» Pour arriver au même résultat avec la poudre de mucus qui reste sur le filtre, et qui renferme encore des impuretés, particulièrement des cristaux de phosphate ammoniaco-magnésien, il faut en employer près du double.

» Le précipité obtenu avec l'acide acétique possède, comme le précédent, toutes les propriétés de la mucine; mais il ne fonctionne plus comme ferment.

» L'action destructive que les acides exercent sur ce ferment est remarquable. Si l'on introduit un peu de ferment dans l'eau contenant $\frac{1}{1000}$ d'acide chlorhydrique, et si, après un contact de dix à quinze minutes, on neutralise avec de la soude, on obtient une liqueur dont l'action sur l'urée est absolument nulle. Cet effet n'est pas dû à la présence du chlorure de sodium; car, dans une solution contenant 20 pour 100 de ce sel, la fermentation marche comme dans l'eau pure.

» D'autres acides, comme les acides sulfurique, tartrique, acétique, salicylique, etc., agissent de la même manière. Il n'en est pas de même de l'acide phénique, qui, il est vrai, n'est pas un acide proprement dit. Cette substance, qui a la propriété de suspendre l'action des ferments organisés, n'a aucune action sur le ferment de l'urée. On peut imprégner le papier-ferment d'acide phénique pur; si on le lave ensuite avec de l'alcool, il n'aura rien perdu de son activité.

» Les alcalis entravent la fermentation par leur présence, mais ne détruisent pas le ferment, s'ils n'ont pas été employés en solution trop concentrée.

» La chaleur détruit le ferment avec la plus grande facilité. Il ne résiste pas à une température de 80 degrés, même s'il est entièrement sec.

» On voit, par ce qui précède, que le ferment de l'urée n'a aucune des propriétés qui caractérisent les ferments organisés. Il a, au contraire, beaucoup de ressemblance avec les ferments solubles, tels que la diastase, la salive et le suc pancréatique. En effet, d'après M. Bouchardat, les acides et les alcalis entravent l'action de la diastase, tandis que des corps, comme l'alcool, l'éther, la créosote, n'ont aucune influence.

» J'ai constaté que les acides n'entravent pas seulement la fermentation de la diastase, mais qu'ils détruisent le ferment. Une solution d'acide chlorhydrique au $\frac{1}{1000}$, par exemple, agit sur la diastase exactement comme sur le ferment de l'urée.

» Le suc pancréatique et la salive sont moins sensibles aux acides; une solution d'acide chlorhydrique au $\frac{1}{1000}$ entrave bien l'action du ferment diastasique du pancréas, mais elle ne le détruit pas; la fermentation recommence après la saturation. Une solution au $\frac{1}{500}$ n'a pas plus d'influence. Ce n'est qu'avec une solution au $\frac{1}{100}$ que l'on parvient à le détruire.

» On pouvait penser que des corps d'une constitution analogue à celle de l'urée, comme l'acétamide, l'oxamide, etc., seraient également transformés par le ferment en sels ammoniacaux; il n'en est rien : ce n'est qu'au bout d'un contact de deux ou trois jours qu'on peut constater la formation d'une petite quantité d'ammoniaque.

» L'acide hippurique, l'acide urique, la créatine, la guanidine, la dicyamidine restent également inaltérés en présence du ferment, au moins pendant quelques jours. Plus tard, ils sont décomposés, probablement par l'effet de la putréfaction, car le ferment lui-même est alors détruit. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur les éléments du sucre inverti et leur présence dans les sucres commerciaux;* par M. **E.-J. Maumené**. (Extrait.)

« L'Académie n'a peut-être pas oublié les travaux que j'ai eu l'honneur de lui soumettre, depuis le 8 novembre 1869, pour essayer d'établir la véritable nature du sucre inverti, nature mal connue à cette époque et dont l'étude m'occupe encore aujourd'hui.

» Après avoir montré d'abord que l'opinion admise d'une composition par équivalents égaux de glucose et de chylariose (*lévulose*, nom très-impropre) ne se vérifie jamais, j'ai montré que ces deux corps sont toujours accompagnés d'une proportion plus ou moins grande de produits optiquement neutres et doués, tantôt du pouvoir réducteur ordinaire des liqueurs

de tartrate alcalino-cuivrique, tantôt d'une inactivité complète sur ce même réactif.

» Ces résultats ont soulevé la plus vive opposition : M. Dubrunfaut a d'abord combattu mon opinion par une dénégation formelle, et n'a pas pu éviter l'aveu de la nécessité d'opérer à zéro le traitement du sucre inverti par la chaux, pour obtenir les équivalents égaux du glucose et du chylariose dont ce sucre lui avait paru formé. Personne n'ayant indiqué jusque-là cette condition particulière, il était déjà bien évident que mes expériences m'avaient fait connaître la vérité. Cependant M. Berthelot nia plus fortement encore la présence des produits optiquement neutres, et prétendit que je n'avais pas évité la transformation du glucose en acide glucique, seule cause de la production d'un corps optiquement neutre.

» M. Müntz vient d'adresser à l'Académie un travail dont le résultat montre, avec une clarté presque égale à celle de mes études, que le sucre inverti, séparé du sucre normal dans les produits du commerce, n'offre jamais un pouvoir rotatoire constant. Bien loin de là, ce pouvoir varie de $-0°,6$ à $-37°,1$, celui du sucre inverti défini par Biot ne dépassant pas -26 degrés.

» M. Müntz paraît ne pas connaître mes travaux ; je prie l'Académie de me permettre d'en rappeler les principaux résultats. Le même oubli semble devoir être attribué à MM. Girard et Laborde, qui ont adressé en même temps à l'Académie un travail que ces messieurs croient de nature à démontrer la présence d'un sucre réducteur, mais optiquement neutre, dans les sucres de canne, conformément, disent-ils, à une opinion déjà ancienne de M. Dubrunfaut. Il y a de la part de mes deux confrères plus qu'un oubli ; M. A. Girard, à qui j'ai de suite adressé une protestation, m'oppose, comme établissant le droit exclusif de M. Dubrunfaut, un article de la *Sucrerie indigène* du 5 novembre 1869, où on lit la phrase suivante :

« Les glucoses qui se trouvent dans les sucres ou sont optiquement neutres, ou bien ils s'y trouvent en proportions telles que leur rotation propre comme sucre interverti échappe à la mensuration du saccharimètre. »

» A lire cette phrase isolée, on peut croire que M. Dubrunfaut parle d'UN glucose optiquement neutre contenu dans les sucres commerciaux, et qui n'aurait pas encore été signalé. Mais la phrase n'est pas isolée dans l'article de M. Dubrunfaut : elle est précédée d'une explication des plus claires.

» On trouve, en effet, quelques lignes plus haut (dans l'article de M. Du-

brunfaut, au bas de la page 198), la phrase très-catégorique dont voici les termes :

» Nous avons établi ailleurs que ce sucre neutre n'est pas autre chose que du sucre interverti altéré, de manière que *ses éléments à rotations antagonistes* se trouvent à proportions optiques égales, et c'est là le plus souvent, sinon toujours, le cas des glucoses que l'on rencontre soit dans les mélasses, soit dans les sucres du commerce, alors même que ces produits sont issus de la canne.

» Avec cette phrase, *presque immédiatement antérieure*, on ne comprend plus la ténacité dont M. Girard fait preuve en persistant à dire :

» D'un côté M. Dubrunfaut a depuis longtemps émis l'opinion que ce sucre réducteur ne possède, excepté dans les mélasses exotiques, aucun pouvoir rotatoire.

» La pensée de M. Dubrunfaut n'est pas du tout celle que mon honorable confrère lui attribue. Il ne s'agit pas le moins du monde d'UN sucre, d'UN glucose; car M. Dubrunfaut a écrit la phrase (antérieure) qu'on vient de lire pour combattre l'opinion de Mitscherlich qui regardait comme *unique*, c'est-à-dire d'une seule espèce, le sucre neutre qui porte son nom. Ce que pense M. Dubrunfaut, c'est que les glucoses du sucre interverti *altéré* se trouvent, à proportions optiques égales, le plus souvent, sinon toujours dans les sucres, même issus de la canne, et cela ne s'accorde en rien avec l'assertion de MM. A. Girard et Laborde :

» D'un côté, M. Dubrunfaut a depuis longtemps émis l'opinion que ce sucre réducteur ne possède, *excepté dans les mélasses exotiques*, aucun pouvoir rotatoire.

» M. Dubrunfaut affirme que le sucre unique de Fensky (sucre annoncé par Mitscherlich) est double : il est formé de deux glucoses à proportions optiques égales, même dans la canne (et non pas excepté dans les produits exotiques).

« MM. A. Girard et Laborde commettent donc une erreur lorsqu'ils parlent d'un sucre unique pour en attribuer la découverte à M. Dubrunfaut; ce sucre entrevu par Fensky, par Soubeiran, par Jodin, on ne le connaît à l'état isolé que depuis mon travail du 9 mai 1870 (*Comptes rendus*, t. LXX, p. 1023, et *Journal des Fabricants de sucre*, 12 mai 1870). Est-ce ce sucre qui existe dans les produits commerciaux? Est-ce au contraire un simple mélange de *glucoses* dont les pouvoirs optiques se compenseraient, comme l'avait avancé M. Dubrunfaut.

» Dans les conditions ordinaires, la fabrication du sucre ne peut aucunement produire le sucre neutre de M. Dubrunfaut; ce sucre résultant d'une

altération du sucre inverti, sa présence ne peut être que consécutive à l'inversion totale du sucre normal. Ni M. Dubrunfaut ni MM. Girard et Laborde n'ont réfléchi à cette condition, pourtant bien nécessaire et bien évidente.

» Le sucre neutre contenu dans les sucres ne peut être que celui dont j'ai fait la découverte, celui qui résulte d'une altération, non pas du sucre inverti, mais du sucre normal, altération qui fait descendre son pouvoir rotatoire de 100 degrés dans le saccharimètre à zéro seulement, et avant la production d'aucune trace de sucre inverti. Cette altération, c'est l'eau qui la cause, par une action inévitable et d'autant plus prononcée que les évaporations durent plus longtemps et à des températures plus hautes.

» Il existe dans les sucres deux variétés de ce sucre neutre, comme je l'ai déjà dit : l'une réductrice des liqueurs tartro-alcalines de cuivre : c'est celle qui dominait dans les échantillons analysés par MM. Girard et Laborde ; l'autre, aussi dénuée d'action sur le réactif dont il s'agit que sur la lumière polarisée. Cette seconde variété, je l'ai trouvée dans plusieurs sucres commerciaux, et tout récemment je viens d'analyser un sucre où elle existe dans la proportion de près de $\frac{11}{100}$.

» Les analyses de MM. Girard et Laborde offrent des variations dues uniquement à la présence de cette seconde variété quand le sucre normal (1) indiqué par la liqueur de cuivre est en excédant sur celui du saccharimètre. Ce sucre optiquement neutre est laissé comme le sucre normal par la liqueur de cuivre ; mais, après l'inversion qu'il éprouve comme le sucre normal, il est indiqué par cette liqueur et titré comme sucre normal.

» Rien n'est plus compliqué que l'inversion du sucre normal : les produits sont beaucoup plus nombreux qu'on ne l'avait d'abord supposé ; outre le glucose et le chylariose, il existe avant tout du sucre neutre, et ce sucre offre au moins deux variétés. Ces quatre corps sont-ils stables ? On ne peut pas le dire d'un seul d'entre eux, si ce n'est peut-être du glucose. Encore n'a-t-on pas étudié l'action de l'eau sur ce corps, et je songe à combler cette lacune par des expériences déjà nombreuses. J'espère, d'après les premiers résultats, pouvoir intéresser l'Académie et les fabricants. Je demande la permission de prendre date pour cette étude, que je désire achever avec tout le développement qu'elle comporte. »

---

(1) Ces messieurs disent *saccharose*, nom des plus impropres, la terminaison *ose* devant être réservée aux sucres du genre glucose.

PHYSIOLOGIE. — *Sur la digestion chez les Insectes ; remarques à propos d'un travail récent de M.* Jousset ; par M. **F. Plateau.**

« Dans une Note récente, publiée par M. Jousset, Note insérée dans les *Comptes rendus* (1) et portant pour titre : « Recherches sur les fonctions » des glandes de l'appareil digestif des Insectes », je trouve un certain nombre de résultats que l'auteur considère comme nouveaux, mais auxquels j'étais arrivé moi-même, il y a un an, dans mes *Recherches sur les phénomènes de la digestion chez les Insectes* (2) ».

» Je demande l'autorisation de reproduire ici quelques-uns des passages du résumé qui termine mon travail, en faisant remarquer que mes résultats reposent sur des expériences auxquelles ont été soumis des types nombreux, larves et insectes parfaits, et non une espèce unique, comme c'est le cas pour le travail de M. Jousset.

. . . « Lorsque les glandes salivaires des Insectes ne sont point détournées de leur rôle primitif pour devenir des glandes séricigènes, des glandes à venin, etc., elles sécrètent un liquide neutre ou alcalin, possédant, au moins pour l'une des paires de glandes, la propriété caractéristique de la salive des Vertébrés, de transformer rapidement les aliments féculents en glucose soluble et assimilable. » (Résultat obtenu également par M. Jousset.)

« Chez les espèces où les glandes salivaires font défaut, elles sont presque toujours remplacées par un revêtement épithélial de l'œsophage, ou de l'œsophage et du jabot, sécrétant un liquide qui peut avoir des propriétés salivaires (hydrophiliens). »

« Dans un grand nombre de cas (Insectes carnassiers, orthoptères), l'œsophage se dilate en un jabot, terminé par un appareil valvulaire étroit. Les aliments, plus ou moins divisés par les pièces buccales, s'accumulent dans ce jabot qui est très-dilatable, y sont imprégnés par des liquides particuliers, neutres ou alcalins, et y subissent une action digestive évidente, ayant pour résultat, chez les Insectes carnassiers, la transformation des matières albuminoïdes en substances solubles et assimilables, analogues aux peptones (M. Jousset conclut aussi à la transformation des albuminoïdes en peptones; seulement, en opérant sur la Blatte et non sur les Coléoptères carnassiers, il a vu, ce qui, je n'en doute pas, est très-exact, le phénomène se passer un peu plus loin, dans le tube digestif), et, chez les Insectes

---

(1) 3 janvier, p. 97 de ce volume.

(2) In-4°, 124 pages et 3 planches. Ce Mémoire a été publié à la fin de 1874, dans le t. XLI des *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences, des Lettres et Beaux-Arts* de Belgique, et distribué en avril et mai 1875. Il a reçu toute la publicité désirable, car il en a été donné des extraits dans la *Revue scientifique*, de M. Aglave; *Les Mondes*, de M. Moigno; *La Nature*, de M. Tissandier, *The Annals of natural History* de Londres; les *Archives des Sciences physiques et naturelles* de Genève, etc.

qui se nourrissent de matières végétales, une production abondante de sucre, aux dépens de la fécule... » (Observé également par M. Jousset chez la Blatte.)

... « Lorsque la digestion dans le jabot a pris fin, les matières soumises à une pression énergique de la part des parois de cet organe, qui exécutent des contractions péristaltiques, glissent ou filtrent, petit à petit, au travers de l'appareil valvulaire (gésier des auteurs), dirigées par les sillons et les saillies chitineuses de celui-ci.

» L'appareil valvulaire n'est point un organe triturateur auxiliaire des pièces buccales; car, chez les Coléoptères carnassiers et locustiens, où il affecte une forme classique, les matières animales ou végétales qui l'ont traversé se retrouvent, après le passage, en parcelles de même forme et de même grandeur qu'avant l'opération...

» Les Orthoptères possèdent, à l'origine de l'intestin moyen, des poches latérales plus ou moins nombreuses, véritables glandes à large surface; elles sont munies d'un revêtement épithélial sécrétoire produisant un liquide légèrement alcalin, jouant probablement un rôle dans l'acte digestif. » (La divergence qui existe ici entre M. Jousset et moi tient à ce qu'il n'a opéré que sur la Blatte, et que mes observations les plus suivies ont porté, au contraire, parmi les Orthoptères, sur les Acridiens et Locustiens. J'ai, du reste (p. 70 et 71 de mon Mémoire), montré dans quelles conditions, réalisables à volonté, les liquides digestifs de la Blatte orientale sont acides ou rentrent dans la règle générale que j'ai constatée chez les Insectes. Si M. Jousset avait étendu ses travaux à l'ensemble des Insectes, ses conclusions sur ce point seraient bien différentes).

« Dans l'intestin moyen, les matières alimentaires qui ont résisté à l'action du jabot ou qui ont pénétré directement dans cet intestin, chez les Insectes où le jabot et l'appareil valvulaire manquent, sont soumises à l'action d'un liquide alcalin ou neutre, jamais acide, sécrété soit par des glandes locales spéciales, comme chez les Orthoptères, soit par une multitude de petits cœcums glandulaires, comme chez beaucoup de Coléoptères, soit par une simple couche épithéliale. Il n'a aucune analogie avec le suc gastrique des Vertébrés; sa fonction est différente, suivant le groupe auquel l'Insecte appartient; chez les Coléoptères carnassiers, il émulsionne activement les graisses. (L'*émulsion des graisses* a été constatée de nouveau par M. Jousset.) Chez les Coléoptères hydrophiliens il continue la transformation de la fécule en glucose, commencée dans l'œsophage; chez les Scarabéiens, il produit aussi la glucose, mais cette action est locale, elle se passe dans l'intestin moyen et pas ailleurs; chez les chenilles de Lépidoptères, il détermine une production de glucose, et, de plus, émulsionne les graisses; enfin, chez les Orthoptères herbivores, il ne semble plus y avoir formation de sucre dans l'intestin moyen : ce corps serait produit et absorbé en totalité dès le jabot. » (M. Jousset admet également, après moi, l'absorption du sucre dans le jabot même.)

« L'intestin moyen se vide en général lentement, et d'une manière continue, dans l'intestin terminal, dont la première portion, ordinairement grêle et longue, est très-probablement le siége d'une absorption active. Le revêtement épithélial, chez certaines espèces, semble cependant indiquer qu'il peut s'y passer aussi des phénomènes digestifs secondaires.

» La seconde portion plus large de l'intestin terminal ne joue que le rôle de réservoir stercoral; elle est accompagnée, par exemple chez les Coléoptères dytiscides, les Nèpes, les Ranatres, d'un cœcum volumineux; ce dernier n'est pas une vessie natatoire, ainsi qu'on

l'a dit plusieurs fois : vide ou plein de liquides, il ne renferme jamais de gaz. Le produit liquide sécrété par les tubes de Malpighi vient s'y accumuler, et, dans certaines circonstances, y dépose des calculs qui peuvent être très-volumineux. Ces calculs sont oxaliques, uratiques ou phosphatiques.

» ..... Au tube digestif des Insectes sont annexées des glandes tubuleuses en forme de longs cœcums, les tubes de Malpighi ; ce sont des organes exclusivement dépurateurs et urinaires, débarrassant le corps des produits d'usure des éléments organiques. Le liquide qu'ils sécrètent renferme de l'urée (douteux), de l'acide urique et des urates abondants, de l'acide hippurique (douteux), du chlorure de sodium, des phosphates, du carbonate de calcium, de l'oxalate de calcium en quantité, de la leucine, des matières colorantes. » (M. Jousset, en concluant au caractère purement urinaire et éliminateur des tubes de Malpighi, ne fait que répéter ce que j'ai longuement démontré dans mon Mémoire par une foule de moyens. J'ajouterai cependant qu'il apporte une confirmation de plus par le résultat négatif de ses essais sur les matières amylacées, les albuminoïdes et les graisses.)

» J'ose espérer que la lecture de ces quelques pages, et surtout celle de mon Mémoire original, ne laisseront aucun doute sur la priorité que je revendique ici. Le travail de M. Jousset, effectué dans le laboratoire de Physiologie générale du Muséum, et, par conséquent, dans d'excellentes conditions, devient ainsi, sauf en quelques points que je me propose de vérifier et sur lesquels il nous serait probablement facile de nous mettre d'accord, une confirmation remarquable de mes travaux. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Note sur la méthode à employer pour l'essai des conditions de conductibilité des paratonnerres.* Note de M. **R.-Fr. Michel**, présentée par M. du Moncel.

« La condition essentielle pour le bon fonctionnement d'un paratonnerre réside dans le parfait état des pièces qui le composent (colliers, assemblages, boulonnages, soudures), et surtout dans la bonne disposition de la communication des conducteurs avec la terre. Il est donc indispensable que, après l'installation d'un paratonnerre, l'état de la conductibilité soit constaté d'une manière certaine ; tel a été l'avis de la Commission nommée par la ville de Paris pour l'étude des meilleures conditions d'installation des paratonnerres municipaux.

» Jusqu'à présent, on s'est contenté pour cela d'un simple galvanomètre, et P. Wagner, de Francfort, semble être le premier qui s'en soit occupé sérieusement. Mais la vérification de l'état du circuit d'un paratonnerre n'est pas aussi simple que semblent le croire certaines personnes ; car, outre les conditions de bonne continuité métallique, qui doivent exister entre toutes les pièces différentes qui le composent, il y a lieu de rechercher (et c'est même là le point le plus important) les conditions de résistance

que le sol oppose à la transmission électrique. Or la constatation de cette résistance est assez délicate, en raison des courants telluriques et des effets de polarisation qui se trouvent déterminés par suite du contact, avec le sol, des plaques de communication.

» Il résulte, en effet, des expériences de M. du Moncel, que, suivant l'état des terrains autour des plaques de communication, suivant les dimensions relatives de ces plaques et suivant le sens dans lequel se propage le courant par rapport à ces plaques, on peut obtenir des chiffres de résistance extrêmement variable et présentant des différences très-grandes. Ainsi, avec deux plaques de dimensions différentes, la résistance présentée par le sol est beaucoup plus grande quand la grande plaque est en rapport avec le pôle positif de la pile d'essai que quand l'inverse a lieu. D'après les expériences de M. du Moncel, la différence de résistance d'un circuit de 5205 mètres de longueur, complété par le sol, a pu varier, avec les deux directions inverses du courant, dans le rapport de 6938 à 7935 mètres ; de plus, la résistance du circuit augmente rapidement avec la prolongation de la fermeture du courant, quand la grande plaque est positive, tandis qu'elle reste sensiblement constante dans le cas contraire. Ces différences tiennent aux effets de polarisation combinés aux courants telluriques, et, par suite, il est important d'en tenir compte dans les expériences : c'est pourquoi je me propose de prendre toujours la résistance du sol avec les deux sens du courant et après un même temps de fermeture du circuit. Ces résistances ne sont pas aussi faibles qu'on pourrait le croire; car M. du Moncel, en prenant une plaque de tôle de 1 mètre carré de surface, enfouie dans un terrain arrosé, et une conduite d'eau de la ville, a trouvé comme moyenne 3800 mètres de résistance (1).

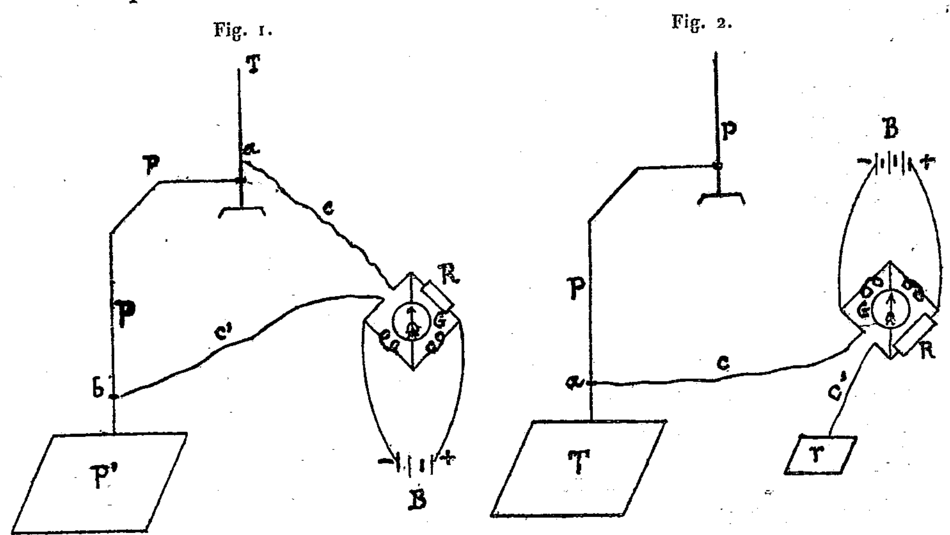
» La constatation de ces résistances, faite deux fois l'an, après la saison sèche et la saison humide, pourra fournir d'ailleurs quelques données intéressantes sur les phénomènes qui accompagnent la conductibilité du sol, et sur les limites de résistance entre lesquelles peut varier la conductibilité d'un circuit de paratonnerres, sans qu'on puisse en attribuer la cause à de mauvaises conditions de construction.

» D'après ces considérations, j'ai eu la pensée de disposer les expériences que je me propose d'entreprendre pour la vérification de l'état de conductibilité des paratonnerres établis sur les édifices municipaux de la ville de Paris, de la manière suivante.

(1) Voir le Mémoire de M. du Moncel *Sur les transmissions électriques à travers le sol* (*Annales télégraphiques*, t. IV, p. 465).

» Je commencerai par mesurer la conductibilité métallique du paratonnerre en employant la méthode bien connue du *pont de Wheatstone* : l'expérience sera disposée comme l'indique la *fig.* 1, dans laquelle PP représente le paratonnerre, B la pile d'essai, G le galvanomètre dont la résistance sera appropriée et R la caisse de bobines de résistance servant de rhéostat, C et C' deux fils de cuivre en forme de câbles, parfaitement isolés, partant du pont de Wheatstone, et dont l'un C aboutira en *a*, au-dessus du collier placé au bas de la tige T du paratonnerre; l'autre C' rejoignant

Fig. 1. Fig. 2.



le conducteur au point *b*, c'est-à-dire au-dessus de son entrée dans le sol. Cette disposition, grâce à la mobilité des fils C et C', permettra également de localiser tout assemblage ou toute soudure en mauvais état et insuffisante.

» Je mesurerai ensuite la résistance du sol, en disposant l'expérience comme dans la *fig.* 2, dans laquelle P représente la seconde électrode, constituée par une plaque de 1 décimètre carré, de même nature que la grande plaque de terre T du paratonnerre; j'enterrerai cette petite plaque P dans un trou fait exprès à 5 mètres de la grande plaque T, distance à laquelle la conductibilité directe du sol, dans le sens interpolaire, se trouve à peu près effacée, ainsi que l'ont reconnu MM. du Moncel et Trève, et je l'entourerai de sable, humecté d'une quantité d'eau constante. En ayant soin de renverser le sens des communications de la pile avec les deux plaques, j'obtiendrai les deux chiffres de résistance, dont il a été question précédemment.

» Quant aux fils de jonction C et C', dont je ferai usage dans ces évalua-

tions, leur résistance sera exactement déterminée une fois pour toutes et vérifiée au moyen de l'appareil lui-même, avant chaque expérience, et j'aurai soin de noter la température du milieu ambiant au moment des essais, afin d'en tenir compte dans l'évaluation des résistances constatées. »

GÉOLOGIE. — *Observations relatives aux plissements et aux brisures du terrain crétacé, à propos du projet de percement d'un tunnel sous la Manche;* Note de M. E. **Robert**.

« Dans une Communication récente (1) sur les plissements de la craie dans le nord de la France, M. Hébert arrive à cette conclusion : « que depuis la vallée de l'Oise jusqu'à la Manche les couches de la craie ont été » soumises, dans leur ensemble, à des pressions latérales qui les ont plissées » et quelquefois *brisées* ».

» Dans mes études sur Précy, bâti au pied d'un grand renflement de la craie qui s'avance comme un cap dans la vallée de l'Oise, j'avais fait remarquer (2) qu'indépendamment des traces de soulèvement bien manifeste sur toute la bordure de ce renflement, la craie avait été disloquée et réduite en gros fragments qui chevauchent les uns sur les autres (3). Je m'expliquais ainsi la disparition si rapide des eaux pluviales qui tombent sur le plateau, et l'absence complète d'eau dans les puits que l'on a tentés de creuser dans le massif crétacé, à moins qu'ils n'atteignent le niveau des plus basses eaux de la rivière (4).

» Quant à l'origine de cette dislocation, j'ai cru avoir reconnu qu'elle devait s'être produite au sein de la mer crétacée, alors que le silex pyromaque était encore en voie de formation ou à l'état gélatineux; car les fentes verticales déterminées par les soulèvements de la craie sont remplies de silex pyromaque en forme de filon, identique à celui qui se présente en

---

(1) *Comptes rendus*, séance du 3 janvier, p. 101 de ce volume.

(2) Communications faites à l'Académie les 3 décembre 1874 et 15 janvier 1875, et *Étude géologique agricole* adressée, à la même époque, à la Société centrale d'Agriculture.

(3) L'exploitation que l'on fait aujourd'hui, en grand, de ce terrain, pour la clarification du sucre de betterave, la chaux hydraulique et le marnage des terres fortes, et qui est devenue une source de richesse pour le pays, cette exploitation, dis-je, est singulièrement favorisée par l'état fragmenté de la craie.

(4) Il y a bien des ravins larges et profonds sur les pentes des collines crétacées, mais j'ai démontré qu'ils sont le fait de l'écoulement violent des eaux diluviennes; ils sont depuis longtemps cultivés ou plantés.

rognons stratifiés. La preuve qu'il y a eu au moins deux époques, bien éloignées l'une de l'autre, dans la formation des fentes provoquées par les soulèvements, c'est que ces anciens dépôts de silex pyromaque en plaquette sont souvent traversés par d'autres dépôts qui ne sont que du diluvium; par un limon brun rougeâtre fortement comprimé, ou ne faisant que difficilement pâte avec l'eau; enfin, par une terre identique à celle qui recouvre le plateau, immédiatement au-dessus de la craie.

» Lorsqu'il a été question de creuser un tunnel sous-marin dans la Manche pour relier la France à l'Angleterre, j'ai dû faire remarquer que, si la craie qui en forme le fond se trouvait fissurée et brisée, comme elle l'est sur les bords de l'Oise (Précy, Beaumont), il pourrait bien arriver que les infiltrations de l'eau de la mer apportassent dans les travaux des difficultés considérables. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Du mouvement périodique spontané dans les étamines des* Saxifraga sarmentosa, umbrosa, Geum, acanthifolia *et dans le* Parnassia palustris; *des relations de ce phénomène avec la disposition du cycle foliaire.* Note de M. **Éd. Heckel**, présentée par M. P. Duchartre.

« Excité par les intéressantes recherches de M. G. Carlet sur le mouvement spontané des étamines de *Ruta* (1), j'ai cru devoir, en vue de l'étude des causes de ce phénomène, porter mon attention sur les manifestations du même ordre qui se produisent dans diverses fleurs et en particulier dans celles de certaines Saxifrages et dans la Parnassie : ce sont les phases, jusqu'ici inconnues, de ce phénomène et ses relations avec la disposition des feuilles sur l'axe que cette Note a pour but de faire connaître.

» Dans les Saxifrages que j'ai observées, les fleurs diplostémones présentent, comme dans les *Ruta*, deux cycles superposés d'étamines, dont l'un est oppositisépale, et l'autre oppositipétale. C'est toujours le premier cycle staminal qui se met d'abord en marche, et ce fait se retrouve, non-seulement dans la Rue, mais encore dans toutes les fleurs observées jusqu'ici, où cette disposition est accompagnée du phénomène de mouvement. On sait que, dans le *S. sarmentosa*, les pétales ne sont pas d'égale dimension : deux d'entre eux, toujours externes (antérieurs d'après la nomenclature de J. Sachs), se font remarquer par leur plus grand développement et sont eux-mêmes inégaux. Tantôt c'est celui de droite qui est le plus grand, tantôt c'est celui de

(1) *Comptes rendus*, 25 août 1873.

gauche, et, dans une même inflorescence, les deux dispositions sont aussi fréquentes l'une que l'autre. Dans les autres *Saxifraga* que j'ai étudiés, la fleur est régulière. Or, parmi les étamines du groupe oppositisépale, c'est précisément celle qui se trouve entre les deux plus grands pétales dans le *S. sarmentosa*, ou qui lui correspond dans les autres espèces à fleurs régulières, qui se relève la première pour appliquer contre le stigmate son anthère biloculaire très-petite : de là le mouvement passe, avant même que la première soit venue se remettre dans sa position horizontale primitive, dans les deux organes mâles voisins (appartenant au même cycle), de droite d'abord et de gauche ensuite, ou inversement, suivant les dimensions réciproques des deux pétales qui flanquent cette première étamine. Les filets des trois organes qui se meuvent tout d'abord sont, au moment de l'anthèse et déjà même dans le bouton, suffisamment développés pour exécuter fructueusement leur mouvement ascensionnel. Il n'en est pas de même des deux dernières étamines du même verticille qui occupent le côté postérieur de la fleur; au moment de l'anthèse leurs filets sont très-courts : aussi attendent-elles que leurs aînées aient achevé leur évolution pour commencer la leur, et elles emploient ce temps (six à sept heures) à accroître rapidement leurs dimensions. Il faut le remarquer, c'est dans l'étamine oppositisépale, qui vient immédiatement après le pétale le plus développé, que le mouvement se produit en second lieu ; à ce moment il change de sens et se continue sans interruption dans les trois étamines qui se suivent. Si nous donnons à chaque étamine, à partir de la première qui se meut, son numéro d'ordre naturel en allant de gauche à droite (1, 2, 3, 4, 5), nous trouvons que les organes qui se meuvent successivement sont 1, 2, 5, 4, 3. En nous reportant à la formule typique du mouvement dans la fleur pentamère (1, 3, 5, 2, 4 de gauche à droite), nous voyons nettement que la disposition quinconciale des feuilles est altérée dans le premier verticille androcéen et que les deux étamines 2 et 5 se meuvent comme une seule. Le trouble apporté dans le mouvement est donc déterminé par une tendance virtuelle à la fusion qui, si elle n'est pas réalisée dans les *Saxifraga* étudiés ici, est très-manifeste dans le *S. oppositifolia* et effective dans les fleurs tétramères de *Chrysosplenium* et d'*Astilbe*. Passons maintenant au second verticille (oppositipétale), qui se meut immédiatement après le premier et en sens inverse. Le mouvement commence toujours, dans le *S. sarmentosa*, par l'étamine qui est opposée au plus grand des deux pétales extérieurs, puis marche, soit à droite, soit à gauche, dans les deux étamines qui suivent, pour changer de sens et se terminer dans les deux organes qui restent, de façon qu'on a la formule 1, 2, 3, 5, 4. Ici la déformation du type

foliaire est plus profonde, par cela même que nous nous rapprochons du verticille central. Le mouvement trahit l'existence de deux cycles incomplets dont l'un, où manqueraient les rayons 4 et 5 avortés, répondrait à la loi du quinconce parfait et l'autre, formé de deux rayons seulement, répondant à 1 et 2 du premier cycle, aurait un ordre de marche inverse. Cette bizarrerie, qui ne peut s'expliquer que de cette manière, se retrouve, comme je le ferai bientôt connaître, dans beaucoup d'autres fleurs.

» Dans le *Parnassia palustris,* d'après les observations de A. Gris (1) et les miennes, le mouvement est exprimé par la formule 1, 2, 5, 3, 4 ou 1, 5, 2, 4, 3 : ici encore la disposition typique quinconciale qui existe dans les feuilles a reçu une altération identique à celle que je viens de signaler dans le premier verticille des *Saxifraga;* il révèle donc une tendance virtuelle à la fusion et par conséquent à la forme tétramère. Cette tendance, qui, jusqu'à l'étude des mouvements staminaux, n'était connue que par les faits nombreux de réalisation, semble être une propriété très-accusée chez les Polypétales.

» En terminant, je crois devoir faire connaître que, dans les fleurs que j'ai observées, le mouvement spontané n'est pas influencé par les anesthésiques; que le phénomène se produit dans l'ordre indiqué, et alors même que les étamines ont été séparées de la fleur avec le fragment d'ovaire sur lequel elles sont attachées, et plongées ensuite dans l'eau. C'est là une caractéristique importante dont j'ai fait ailleurs (2) connaître la valeur. »

« M. DE QUATREFAGES donne quelques détails sur la découverte faite, il y a peu de temps, par M. *Capellini*, de divers ossements de Cétacés portant des empreintes, regardées par lui comme des incisions et des entailles faites par un instrument tranchant. Ces ossements ont été extraits, par M. Capellini lui-même, des argiles pliocènes du Monte Aperto, près de Sienne. Ils ont été présentés à plusieurs savants les plus distingués de l'Italie, qui tous ont partagé les convictions de l'inventeur. La présence de l'homme pliocène dans cette localité serait donc attestée par le même genre de preuves qu'invoquait M. Desnoyers au sujet des ossements de Saint-Prest. »

---

(1) *Comptes rendus,* t. LXVII, p. 912, 1868.
(2) *Du mouvement végétal,* 1875, G. Masson.

M. J. **Guillaume** adresse une Note relative à la probabilité d'obtenir du carbone à l'état cristallin, en décomposant l'acide carbonique liquide par un courant électrique.

M. **Ed. de Bouÿn** adresse un travail relatif à des « Convois pouvant transporter un poids unique considérable ».

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 17 janvier 1876.

Sur les causes de l'inégale distribution des plantes rares dans la chaîne des Alpes; par Alp. de Candolle. Florence, imp. Ricci, 1875; br. in-8°.

A. de Candolle. *Existe-t-il, dans la végétation actuelle, des caractères généraux et distinctifs qui permettraient de la reconnaître en tous pays, si elle devenait fossile.* Sans lieu ni date; opuscule in-8°. (Tiré des *Archives des Sciences de la Bibliothèque universelle.*)

Mémoires publiés par la Société centrale d'Agriculture de France; année 1874. Paris, Bouchard-Huzard, 1875; in-8°.

Recherches sur la navigation aérienne. Essai de comparaison entre les principaux systèmes; par A. Duroy de Bruignac. Paris, J. Baudry, 1875; br. in-8°.

E. Quetelet. *Notice sur l'Observatoire royal de Bruxelles.* Sans lieu ni date; opuscule in-18.

Ondulations de la craie du nord de la France; par E. Hébert. Meulan, imp. de la Société géologique, 1875; br. in-8°.

Société industrielle du nord de la France. Compte rendu des travaux de l'année 1875; *par* M. B. Corenwinder. Lille, imp. Danel, 1875; br. in-8°.

Exposition spéciale d'appareils scientifiques à Londres en 1876. Paris, imp. Viéville et Capiomont, sans date; br. in-8°.

La monnaie bimétallique; par H. CERNUSCHI. Paris, Guillaumin, 1876; br. in-8°.

Sphère terrestre et sphère céleste de Gérard Mercator, de Rupelmunde, éditées à Louvain en 1541 *et* 1551; édition nouvelle de 1875, d'après l'original appartenant à la Bibliothèque royale de Belgique. Bruxelles, C. Muquardt, 1875; in-folio.

Météorologie pyrénéenne. L'Observatoire du pic du Midi et la neige rouge; par M. le Dr ARMIEUX. Toulouse, imp. Douladoure, sans date; br. in-8°.

Les Merveilles de l'Industrie; par L. FIGUIER; 25e série. Paris, Furne, Jouvet et Cie, 1876; grand in-8°, illustré.

The pharmaceutical Journal and transactions; october, november 1875. London, Churchill, 1875; 2 br. in-8°.

The Theory of screws: a study in the dynamics of a rigid body; by Robert STAWELL-BALL. Dublin, Hodges, Foster and C°, 1876; in-8°, relié.

The quarterly Journal of the geological Society; november 1875. London, 1875; in-8°.

Medico-chirurgical Transactions published by the royal medical and chirurgical Society of London; second series, vol. the fortieth. London, Longmans, Green, Reader and Dyer, 1875; in-8°

Journal of the royal geological Society of Ireland; vol. XIV, part II, 1874-75. London, William and Norgate; Dublin, Hodges, Foster, 1875; br. in-8°.

List of the geographical Society of London; november 1875. London 1875; in-8°.

Journal of the chemical Society; august, september, october 1875. London, J. van Voorst, 1875; 3 liv. in-8°.

A list of the officers and fellows of the chemical Society. London, Harrison et Sons, 1875; br. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 24 JANVIER 1875.

Manuel de l'ouvrier chauffeur de la flotte; par A. LEDIEU. Paris, Dunod, 1863; 1 vol. in-8°, avec atlas.

La rotative américaine Behrens et la question de la stabilité des machines; par A. LEDIEU. Paris, Dunod, 1870; br. in-4°.

Traité élémentaire des appareils à vapeur de navigation; par A. LEDIEU. Paris, Dunod, 1862-1863; 3 vol. in-8°, avec atlas.

Les nouvelles machines marines. Supplément au Traité des appareils à vapeur de navigation; par A. LEDIEU; t. I^er^. Paris, Dunod, 1876; 1 vol. in-8°, avec atlas.

Ces ouvrages sont adressés par l'auteur au Concours relatif à l'application de la vapeur à la marine militaire, 1876.

Physiologie comparée. Recherches expérimentales sur la digestion des Insectes et en particulier de la Blatte; par le D^r^ JOUSSET DE BELLESME. Paris, Germer-Baillière, 1875; 1 vol. in-8°.

De la betterave à sucre; par MM. P. CHAMPION et H. PELLET. Paris, A. Lemoine, 1875; in-8°. (Présenté par M. Peligot.)

L'Anthropologie; par le D^r^ P. TOPINARD, avec préface du prof. P. BROCA. Paris, G. Reinwald, 1876; 1 vol. in-12, relié.

De la taille hypogastrique; par M. le D^r^ BAUDON. Lille, imp. Lefebvre-Ducrocq, 1875; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Le bissegment. Principe nouveau de Géométrie curviligne; par L.-P. MATTON. Lyon, imp. Vingtrinier, 1876; br. in-4°.

De l'unité. Partie astronomique; 7^e^ série : *Système du monde. L'astronomie des ânes; par* ASINUS. Paris, 1876; in-4°.

L'art Khmer. Étude historique sur les monuments de l'ancien Cambodge, suivi d'un catalogue raisonné du musée Khmer de Compiègne; par le Comte DE CROIZIER. Paris, E. Leroux, 1875; in-8°.

Mémoire sur l'origine et la cause de l'échauffement des eaux du gulf-stream; par F. CALHEIROS DA GRAÇA, traduction par M. D. MOUREN. Rio-de-Janeiro, typ. da *Gazetta juridica*, 1875; br. in-8°.

Memoria sobre a origen e causa do aquecimendo das agoas do gulf-stream; por F. CALHEIROS DA GRAÇA. Rio-de-Janeiro, typ. G. Leuzinger e Filhos, 1874; br. in-8°.

Bollettino meteorologico ed astronomico del regio Osservatorio della regia Università di Torino; anno VIII (1873). Torino, Stamperia reale, di G.-B. Paravia, 1875; in-4° oblong.

Flora italiana, ossia descrizione delle piante che nascono salvatiche o si sono insalvatichite in Italia e nelle isole ad essa adiacenti, distribuita secondo il me-

todo naturale del prof. Filippo PARLATORE; vol. V, parte seconda. Firenze, Lemonnier, 1875; in-8°.

Catalogo della biblioteca della Societa dei Naturalisti in Modena, redatto per cura del Segretario Paolo RICCARDI; puntata prima, 1875. Modena, tip. P. Toschi, 1875; in-4°.

Atti della reale Accademia delle Scienze di Torino; vol. X, disp. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 (novembre 1874, giugno 1875). Stamp. Paravia, 1874-75; in-8°.

The anatomy of the lymphatic system; by E. KLEIN. II : *The lung*. London, Smith, Elder, 1875; in-8°, relié.

Proceedings of the royal Society; vol. XXII, n^os^ 151 à 155; vol. XXIII, 156 à 163. London, Taylor and Francis, 1874-1875; 13 liv. in-8°.

Philosophical Transactions of the royal Society of London for the year MDCCCLXXIV; vol. 164, part I, II; MDCCCLXXV, vol. 165, part I. London, printed by Taylor and Francis, 1874-1875; 3 vol. in-4°.

Lectures on state medicine delivered before the Society of apothecaries at their hall in blackfriars may and june 1875; *by* Fr. DE CHAUMONT. London, Smith, Elder and C°, 1875; in-8°, relié. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 31 JANVIER 1876.

Exposé des applications de l'électricité; par M. le Comte DU MONCEL; 3^e^ édition, t. IV : *Applications mécaniques de l'électricité*. Paris, E. Lacroix, 1876; in-8°.

Annales des Ponts et Chaussées; 1875, décembre; 1876, janvier. Paris, Dunod, 1875-1876; in-8°.

Les Merveilles de l'industrie; par L. FIGUIER; 26^e^ série. Paris, Furne, Jouvet et C^ie^, 1876; grand in-8° illustré.

Vues sur l'enseignement supérieur ou Plan d'étude de la science de l'homme; par le D^r^ BARBASTE. Paris, E. Vaton et A. Delahaye, 1876; 1 vol. in-18.

La vérité sur les enfants trouvés; par le D^r^ BROCHARD. Paris, E. Plon et C^ie^, 1876; 1 vol. in-12. (Adressé par l'auteur au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1876.)

(A suivre.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 FÉVRIER 1876,

PRÉSIDÉE PAR M. PELIGOT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur les actions chimiques produites au moyen des décharges d'un appareil d'induction.* Note de M. **Becquerel**. (Extrait.)

« On a rappelé d'abord les expériences de Wollaston sur la décomposition de l'eau par l'électricité provenant des machines électriques ordinaires, ainsi que celles de Faraday, pour rendre sensible la décomposition des sels, en cherchant uniquement à mettre en évidence la présence des acides et des bases à l'aide des papiers réactifs.

» Avec l'appareil d'induction de Ruhmkorff, qui donne une succession beaucoup plus rapide d'étincelles que les machines électriques ordinaires, on obtient des effets plus marqués. Voici le dispositif que j'ai adopté pour les mettre en évidence : on a pris une plaque de gutta-percha, sur laquelle on a placé une petite lame de platine qui a été mise en communication avec le pôle positif de l'appareil au moyen d'une tige métallique; on a appliqué sur cette lame une petite bande de papier humecté d'une dissolution métallique, de cuivre ou d'argent, puis sur le papier la pointe d'un fil de platine mis en rapport avec le pôle négatif; on n'a pas tardé à voir se déposer le métal autour de la pointe en couches adhérentes; en interposant

une lame de platine entre le papier et la pointe de ce métal, celle-ci s'est recouverte également d'une couche mince de métal. En soumettant successivement à l'expérience diverses dissolutions, l'appareil d'induction fonctionnant seulement avec deux couples à acide chromique et quelquefois avec quatre, on a obtenu ainsi la réduction du cuivre, du nickel, du cobalt, du fer, du plomb, du bismuth, de l'antimoine, du zinc, du cadmium, de l'argent, de l'or et du platine.

» Je me suis occupé également de la formation des amalgames à l'aide du même appareil, en suivant la méthode employée par Davy, avec la pile, pour obtenir les amalgames de potassium, de sodium et d'autres métaux. On a pris une lame de platine qu'on a mis en rapport avec le pôle positif, et sur laquelle on a placé un morceau de potasse caustique légèrement humide, sur la surface duquel on a introduit dans une petite cavité une goutte de mercure mise en contact avec la pointe d'un fil de platine ou pôle négatif de l'appareil d'induction ; quelques instants après, le globule s'est transformé en amalgame pâteux, dans lequel on apercevait des cristaux de ce composé.

» On a obtenu l'amalgame de cuivre en opérant avec un mélange d'une dissolution de nitrate de cuivre et de nitrate de mercure dont on avait humecté la bande de papier appliquée sur la lame de platine; on a produit ainsi les amalgames d'aluminium, de magnésium et d'autres métaux. On conçoit que les décharges de l'appareil d'induction provenant d'électricité à forte tension et se succédant rapidement soient capables de produire de puissants effets chimiques. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Note sur les réductions métalliques produites dans les espaces capillaires;* par M. BECQUEREL. (Extrait.)

« Lorsqu'un tube fêlé, contenant une solution métallique concentrée, de nitrate de cuivre ou de chlorure de cobalt, par exemple, est plongé dans une dissolution de monosulfure de sodium, il arrive, quand la fêlure n'est pas suffisamment étroite, qu'il se produit une diffusion, donnant lieu à une production de sulfure métallique dans la solution de cuivre ou de cobalt; ce sulfure adhère assez fortement au verre sous forme de couche; on voit alors peu à peu se former dans l'espace moléculaire entre la couche de sulfure et le verre, du côté de la dissolution métallique, un dépôt de métal brillant.

» De semblables effets sont produits en appliquant extérieurement sur

la fêlure du tube une bande de papier recouverte d'une couche de sulfure nouvellement précipité, et que l'on fixe sur la surface à l'aide d'un fil enroulé autour. Le cobalt, le cuivre, le platine, etc., ont été obtenus ainsi à l'état métallique; le premier était attirable à l'aimant.

» Il pourrait bien se faire que, dans la nature organique, il se produisît des effets semblables dans les cas de rupture de tissus ou de vaisseaux; supposons, par exemple, qu'un vaisseau qui traverse un muscle éprouve une rupture en un point quelconque, il y a aussitôt diffusion du sang dans le muscle, formation d'un coagulum qui se trouve en contact, d'une part avec le sang, de l'autre avec le liquide humectant le muscle; il doit se produire alors une action électrocapillaire semblable à la précédente, donnant lieu à une action réductive ou oxydante, suivant la nature du liquide, avec lequel le sang se trouve en contact quand il se coagule. Les produits qui se forment alors peuvent concourir à la fermeture de l'ouverture. Je me borne à indiquer les forces qui interviennent, étant dans l'impossibilité de connaître les produits formés.

» Dans les plaies recouvertes d'une toile enduite d'une substance de nature à conduire à une guérison, de semblables effets sont produits sans aucun doute.

» Enfin, la communication se termine par l'exposé des réactions chimiques produites dans les espaces capillaires, avec le concours d'un couple voltaïque à deux liquides adjonctif, mais faisant partie de l'appareil.

» Ce couple est formé d'un tube fêlé, contenant une dissolution de monosulfure de sodium et dans laquelle se trouve une lame de platine; le tube est enroulé d'un fil de platine que l'on met en communication avec la lame de platine, et on l'introduit ensuite dans une éprouvette contenant une dissolution métallique. D'après cette disposition, le couple à deux liquides fonctionne par suite de la réaction des deux liquides dans la fissure; il en résulte alors deux courants cheminant dans le même sens : l'un le courant dont il est question, l'autre le courant électrocapillaire déjà décrit dans mes précédents Mémoires; d'un autre côté, la partie du fil de platine qui est enroulée autour du tube touchant la partie de la fêlure, qui est l'électrode négative où s'opère la réduction, il en résulte que les deux actions s'ajoutent ensemble, comme il est facile de s'en rendre compte; aussi les réductions sont-elles doublées.

» On fera remarquer que les appareils électrocapillaires formés avec des tubes fêlés ne fonctionnent qu'autant que les deux liquides qui pénètrent dans la fêlure par capillarité arrivent au contact, ce qui n'a pas lieu

quand le verre a trop d'épaisseur. On trouvera dans la Note quelques détails sur le fonctionnement de cet appareil électrocapillaire mixte, à courant constant, sans l'intervention d'un métal oxydable, comme dans les couples des piles voltaïques. »

THERMOCHIMIE. — *Sur la formation des éthers;* par M. **Berthelot.**

« 1. J'ai exposé mes expériences sur la formation thermique des éthers chlorhydrique, bromhydrique, iodhydrique de l'amylène; sur la formation des éthers nitriques de l'alcool, de la glycérine, de la mannite et de la cellulose; sur la formation des éthers sulfuriques acides des alcools méthylique, éthylique, propylique, isopropylique, butylique, amylique, ainsi que de la glycérine; sur la formation enfin de l'éther éthylique ou éther ordinaire. Plusieurs de ces formations ont été définies à la fois, depuis les alcools et depuis les carbures d'hydrogène. Je vais compléter ces résultats par l'étude de quelques éthers formés par des acides organiques, tels que l'éther éthylacétique, qui dérive d'un acide gras monobasique, et les éthers méthyloxalique et éthyloxalique, qui dérivent d'un acide bibasique. L'ensemble de ces expériences embrasse dix-huit éthers, huit acides, neuf alcools, trois carbures d'hydrogène, et fournit des méthodes générales pour l'étude de tous les cas particuliers.

I. — *Éther éthyloxalique*, $C^4H^4[\frac{1}{2}C^4H^2O^8]$ ou $(C^4H^4)^2C^4H^2O^8$.

» 1. J'ai observé que cet éther, par une exception remarquable entre ses congénères, est décomposé rapidement par les alcalis concentrés, dès la température ordinaire : j'ai mesuré la chaleur dégagée. A cet effet, j'avais commencé par préparer l'éther oxalique et par en vérifier la pureté, à l'aide d'un essai alcalimétrique; conformément au procédé que nous avons proposé il y a quinze ans, MM. Péan de Saint-Gilles et moi, et qui est généralement adopté aujourd'hui, $0^{gr},784$ d'éther oxalique ont saturé une quantité de BaO équivalant à 0,778 d'éther supposé pur : l'écart représente la limite d'erreur de tels essais.

» 2. On pèse un certain poids d'éther oxalique contenu dans une ampoule, soit $1^{gr},990$; on place l'ampoule dans un large tube avec un poids connu (tel que $7^{gr},180$) de soude très-concentrée $(NaHO^2 + 3,3H^2O^2)$, le tout dans un calorimètre. On brise l'ampoule et l'on agite vivement; la réaction s'effectue et toute la chaleur, Q, est communiquée au calorimètre en cinq minutes. On brise alors le large tube, qui contient une masse pâ-

teuse et solidifiée, et l'on en mélange le contenu avec l'eau du calorimètre, ce qui dégage une nouvelle quantité de chaleur, Q'. Pour s'assurer si la réaction a été complète, on prend la densité de la liqueur, ainsi que son titre alcalin; en retranchant l'alcali saturé de l'alcali total, on a l'alcali neutralisé par la décomposition et, par un calcul de proportion, l'éther oxalique équivalent, soit 1gr,970. L'écart, qui représente seulement $\frac{1}{100}$, peut être négligé dans ce genre d'essai. D'autre part, on mesure la chaleur, Q_1, dégagée par le même poids de la même solution de soude agissant sur la même quantité d'eau, et la chaleur, Q_2, qui eût été dégagée par la formation du poids d'oxalate de soude dissous obtenu dans l'expérience précédente, si cette formation avait eu lieu au moyen de la soude étendue et de l'acide oxalique étendu.

» 3. Ces quantités connues, la chaleur x, dégagée par la décomposition de l'éther oxalique opérée sous l'influence de l'eau pure, avec formation d'alcool étendu et d'acide oxalique étendu, sera donnée par l'équation

$$Q + Q' = x + Q_1 + Q_2,$$

attendu que les états initial et final sont les mêmes.

» J'ai trouvé ainsi :

$\left.\begin{matrix}C^4H^4\\C^4H^4\end{matrix}\right\}$ $C^4H^2O^8$: éther oxalique + 2 H^2O^2 liq. = $C^4H^2O^8$ acide oxalique étendu

+ 2 $C^4H^6O^2$ dissous, dégage : + 6,66 et 6,52, en moyenne..... + 6,58 ou 3,29 × 2

$(C^4H^4)^2C^4H^2O^8$ + 2 NaO étendue = $C^4Na^2O^8$ dissous + 2 $C^4H^6O^2$ étendu dégage + 17,6 × 2.

Pour tout rendre comparable, j'ai mesuré la chaleur de dissolution de l'éther oxalique dans 250 parties d'eau à 15 degrés, soit pour

$$(C^4H^4)^2\,C^4H^2O^8 : +3{,}08.$$

Donc

$(C^4H^4)^2C^4H^4O^8$ dissous + eau = $C^4H^2O^8$ dissous + 2 $C^4H^6O^2$ dissous : + 3,50 ou + 1,75 × 2.

La décomposition par l'eau de l'éther oxalique pur, ou dissous, dégage de la chaleur; par conséquent, la formation de ce corps en présence de l'eau absorberait à l'état pur : − 3,29 × 2 ; à l'état dissous : − 1,75 × 2.

» On a encore, avec les composants purs :

2 $C^4H^6O^2$ pur + $C^4H^2O^8$ solide = $(C^4H^4)^2C^4H^2O^8$ liq. + 2 H^2O^2 liq. : − 3,79 ou − 1,9 × 2,

nombre qui deviendrait probablement positif, si l'on pouvait rapporter la réaction à l'acide fondu, c'est-à-dire si l'on en ajoutait la chaleur de fusion, afin de rendre tous les corps comparables. *A fortiori* le deviendrait-il, en fai-

sant entrer en compte les hydrates et alcoolates qui prennent naissance en présence d'un excès d'alcool.

» 4. La réaction précédente ne s'opère nettement qu'avec les alcalis concentrés. Si l'on mélange, au contraire, une solution aqueuse d'éther oxalique avec une solution de soude étendue, tout étant dissous et homogène, il se produit encore et une réaction rapide et un dégagement de chaleur; mais le titrage alcalin final montre qu'une portion de l'acide oxalique est demeurée neutralisée par l'alcool. Dans mon expérience, la réaction immédiate répondait exactement à un partage de l'éther en deux portions égales : l'une changée en oxalate neutre, l'autre en éthyloxalate de soude; mais ces proportions relatives doivent varier avec les conditions et surtout avec la durée, car la réaction continue peu à peu.

» La chaleur dégagée dans l'expérience précédente est plus faible que dans une décomposition complète, comme on devait s'y attendre. En admettant que la saturation de la soude étendue par l'acide éthyloxalique étendu dégage + 13,7, comme la plupart des acides, je trouve :

$C^4H^4(C^4H^2O^8)$ ac. éthyloxalique dissous $+ H^2O^2 = C^4H^2O^8$ dissous $+ C^4H^6O^2$ dissous : $+3,6$,

à peu près le même chiffre que pour l'éther oxalique dissous (+ 3,5). D'où l'on conclut encore que le changement de cet éther dissous en acide éthyloxalique et alcool dissous donne lieu à un phénomène thermique sensiblement nul, précisément comme le changement de l'éther ordinaire en alcool, qui se fait suivant une équation analogue.

II. *Éther méthyloxalique.*

» 1. Cet éther est intéressant à cause de son état solide. J'en ai vérifié très-exactement la pureté par des essais alcalimétriques, qui ont donné, par exemple : 0,483 éther calculé, au lieu de 0,485 pesé.

» 2. J'ai trouvé, par mes expériences thermiques :

$(C^2H^2)^2C^4H^2O^8$ sol. $+ 2H^2O^2$ liq. $= C^4H^2O^8$ étendu $+ 2C^2H^4O^2$ étendu .... $-0,1$

$(C^2H^2)^2C^4H^2O^8 + 2NaO$ étendue $= C^4Na^2O^8$ étendue $+ 2C^2H^4O^2$ étendu .... $+14,25 \times 2$

$(C^2H^2)^2C^4H^2O^8 + 200$ parties d'eau se dissout en absorbant .... $-2,24$

d'où

$2C^2H^4O^2$ dissous $+ C^4H^2O^8$ ét. $= (C^2H^2)^2C^4H^2O^8$ dissous $+ 2H^2O^2$ .. $-2,34$ ou $-1,17 \times 2$

$2C^2H^4O^2$ pur $+ C^4H^2O^8$ solide $= (C^2H^2)^2C^4H^2O^8$ solide $+ 2H^2O^2$ liq. $+1,6$ ou $+0,8 \times 2$

» 3. Ainsi la réaction entre les corps purs, l'état de l'éther étant le même que celui de l'acide, dégage de la chaleur; tandis que la réaction inverse des

corps dissous en dégage également. C'est le même résultat que pour l'acide éthylsulfurique.

» 4. La décomposition de l'éther méthyloxalique dissous par la soude étendue est beaucoup plus rapide que celle de l'éther éthyloxalique; après quelques minutes, il ne reste guère qu'un sixième du corps à l'état de méthyloxalate alcalin.

III. — *Éther acétique* : $C^4H^4(C^4H^4O^4)$.

» 1. J'ai déterminé la formation de cet éther au moyen du chlorure acétique agissant sur un excès notable d'alcool absolu : soit, par exemple, 1,726 de chlorure acide et 7gr,950 d'alcool. L'alcool doit être très-pur et absolument exempt d'eau (1). Dans ces conditions, il se forme uniquement de l'éther acétique et de l'acide chlorhydrique, ce dernier demeurant dissous dans l'excès d'alcool, sans former trace sensible d'éther chlorhydrique.

$$C^4H^6O^2 + C^4H^3ClO^2 = C^4H^4(C^4H^4O^4) + HCl.$$

» C'est ce que j'ai vérifié d'abord, en étendant d'eau la liqueur et déterminant le titre acide, qui répondait, à $\frac{1}{100}$ près, à l'équation précédente (1gr,995 chlorure pesé; 2,020 d'après le titre acide). La moindre trace d'eau dans l'alcool empêche la formation d'une dose presque équivalente d'éther, ce qui accroît d'autant l'acidité : l'excès ci-dessus, soit 0,025, équivaut seulement à 0,006 d'eau dans 7,950 d'alcool, c'est-à-dire à $\frac{1}{10000}$, introduit par accident. On voit que la préparation des éthers par les chlorures acides doit être exécutée avec de l'alcool anhydre.

» La seconde vérification consiste à doser le chlore dans la liqueur, en le pesant à l'état de chlorure d'argent. Le chlore ainsi trouvé répondait à 2,000 de chlorure acide. Si je donne ces nombres et ces détails, c'est que j'ai été surpris par la netteté de la réaction, d'après laquelle un seul des acides dérivés du chlorure acide, l'acide organique, s'unit entièrement à l'alcool; tandis que l'acide chlorhydrique demeure entièrement libre, c'est-à-dire à l'état dissous. Si l'on attendait quelques heures, il se formerait peu à peu de l'éther chlorhydrique.

» 2. La réaction chimique une fois définie, je l'ai réalisée dans le calorimètre, les deux corps pesés séparément et placés dans un large tube bien

(1) Le chlorure acétique doit être également très-pur : j'en ai vérifié la pureté, en dissolvant un poids connu dans l'eau, puis en faisant un essai alcalimétrique; chaque proportion du chlorure fournit 2 équivalents d'acide. Cette méthode est beaucoup plus sensible qu'un dosage de carbone ou de chlore. 1gr,356 pesé ont fourni exactement 1,356 calculé.

bouché. On brise la pointe de l'ampoule au chlorure acide, de façon qu'il vienne peu à peu, mais en totalité, en contact avec l'alcool, qui le dissout aussitôt. Une réaction trop brusque exposerait à une explosion. Après trois minutes, on brise le tube, on en mêle le contenu avec l'eau du calorimètre et l'on mesure la chaleur dégagée. D'autre part, on mesure la chaleur dégagée par la dissolution du même poids d'alcool dans le même poids d'eau, à la même température, ainsi que la chaleur de dissolution de l'éther acétique dans l'eau (l'éther demeurant dissous dans l'expérience précédente). Soit pour 1 équivalent

$C^4H^4(C^4H^4O^4)$ + 60 parties d'eau à 15 degrés, dégage..... +3,06;

ce qui fait pour la dissolution du gaz : + 14,0.

» Les expériences de dissolution sur des corps aussi volatils que les éthers doivent être exécutées dans des flacons bien clos et presque complètement remplis d'eau, lesquels servent de calorimètres.

» On connaît encore la chaleur de dissolution du gaz chlorhydrique dans la proportion finale d'eau; la chaleur que dégage la dissolution de l'acide acétique; enfin la chaleur que dégagerait le poids du chlorure acétique employé, s'il était décomposé simplement par un excès d'eau, en acides acétique et chlorhydrique dissous.

» 3. Ces données étant connues, le calcul se fait comme à l'ordinaire, depuis un état initial défini jusqu'à deux états finaux, dans l'un desquels l'acide acétique et l'alcool sont dissous dans une grande quantité d'eau; tandis que dans l'autre état ils forment de l'éther acétique. On trouve ainsi

$C^4H^3ClO^2$ pur + $C^4H^6O^2$ dissous = $C^4H^4(C^4H^4O^4)$ dissous + HCl dissous, dans deux essais : + 21,28 et + 21,76; moyenne........................	+ 21,52
$C^4H^4O^4$ dissous + $C^4H^6O^2$ dissous = $C^4H^4(C^4H^4O^4)$ dissous + H^2O^2........	− 1,8
$C^4H^4O^4$ liquide pur + $C^4H^6O^2$ pur = $C^4H^4(C^4H^4O^4)$ pur + H^2O^2 liquide.....	− 2,0
$C^4H^4O^4$ solide + $C^4H^6O^2$ liquide = $C^4H^4(C^4H^4O^4)$ liq. + H^2O^2 solide........	− 1,0
$C^4H^4O^4$ gaz + $C^4H^6O^2$ gaz = $C^4H^4(C^4H^4O^4)$ gaz (1) + H^2O^2 gaz...........	− 6,6

» Il y a absorption de chaleur sous tous les états. Mais dans l'état liquide ou dissous cette absorption est assez faible pour être compensée par la formation des hydrates en alcoolates, qui prennent naissance en présence d'un excès d'alcool. On retrouverait ainsi les conditions ordinaires des équilibres éthérés.

» 4. Signalons encore les chiffres suivants : la première phase du phéno-

(1) Chaleur latente : 10,9, d'après M. Regnault.

mène, c'est-à-dire la réaction du chlorure acétique sur un excès d'alcool, a produit + 9,8 et + 10,0, en moyenne + 9,9. Si HCl s'était dégagé sous forme gazeuse, ce chiffre serait devenu négatif et égal à − 9,0 environ, l'éther acétique demeurant dissous dans l'excès d'alcool. On voit que la réaction entre équivalents égaux d'alcool et de chlorure acide absorbe en fait de la chaleur, à cause de la production du gaz chlorhydrique : ce résultat semble assez général dans les réactions des chlorures acides sur les alcools.

5. La formation théorique de l'éther acétique par l'éthylène :

C^4H^4 gaz + $C^4H^4O^4$ gaz = $C^4H^4(C^4H^4O^4)$ gaz dégage.... +10,1
C^4H^4 gaz + $C^4H^4O^4$ gaz = $C^4H^4(C^4H^4O^4)$ liquide....... +21,0

chiffres comparables à ceux des éthers amyléniques d'hydracides; soit pour $C^{10}H^{10}$, HI liquide : + 22,9; pour $C^{10}H^{10}$,HCl liquide : + 20,5; mais inférieurs à la chaleur de formation analogue de l'acétate d'ammoniaque, soit + 27,0.

» 6. La formation de l'éther acétique par double décomposition est facile à calculer, d'après les données de mes expériences :

		Éthers gazeux.
$C^4H^4(S^2O^8NaH) + C^4H^3NaO^4 = C^4H^4(C^4H^4O^4)$liq. + $S^2O^8Na^2$.	+ 8,3	
$C^4H^4(HCl)$ liq. + $C^4H^3NaO^4 = C^4H^4(C^4H^4O^4)$liq. + NaCl...	+ 17,2	+ 12,8
$C^4H^4(HI)$liquid. + $C^4H^3AgO^4 = C^4H^4(C^4H^4O^4)$liq. + AgCl....	+ 42,2	+ 38,8

» Toutes ces réactions sont donc exothermiques.

IV. — *Éthers nitriques.*

» 1. J'ai trouvé, il y a quelques années,

$C^4H^6O^2$ pur + AzO^6H pur = $C^4H^4(AzO^6H)$pur + H^2O^2 liq. dégage........ + 5,8
$C^4H^4(AzO^6H)$ + 180 p. d'eau à 16° dégage.............................. + 0,99

» D'où :

$C^4H^6O^2$ dissous + AzO^6H dissous = $C^4H^4(AzO^6H)$ dissous + eau.......... − 3,0

» Il y a inversion thermique avec la dilution, comme pour les acides éthylsulfurique et congénères. De même pour la glycérine, j'ai trouvé :

$C^6H^8O^6 + 3AzO^6H = C^6H^2(AzO^6H)^3 + 2H^2O^2$............ + 13,0 ou + 4,3 × 3
$C^6H^8O^6$dissoute + $3AzO^6H$ étendu = $C^6H^2(AzO^6H)^3$pure + eau.. − 10,0 ou − 3,3 × 3

valeur négative que la chaleur de dissolution de la nitroglycérine ne saurait compenser. De même avec la mannite, d'après mes mesures :

$C^{12}H^{14}O^{12}$ pure + $6AzO^6H = C^{12}H^2(AzO^6H)^6 + 6H^2O^2$........ + 21,2 ou + 3,5×6
$C^{12}H^{14}O^{12}$ dissoute + $6AzO^6H$ étendu = $C^{12}H^2(AzO^6H)^6 + 6H^2O^2$. − 17,1 ou − 2,9×6

» La théorie des équilibres éthérés paraît donc se rattacher dans tous les cas aux mêmes notions fondamentales. L'étude des éthers des hydracides va nous permettre de pénétrer un peu plus avant dans la connaissance générale des phénomènes. »

M. **Dumas** dépose sur le Bureau de l'Académie, au nom de M. *Regnault*, la collection des documents recueillis par la Commission nommée, en 1858, par M. le Ministre de l'Instruction publique, pour comparer le kilogramme de Berlin avec le kilogramme-étalon des Archives.

Cette Commission, qui se composait de MM. Regnault, Le Verrier, Morin et de Laborde, a publié le Rapport qui donne les résultats des recherches auxquelles elle a dû se livrer pour la vérification du kilogramme et du mètre. M. Regnault, président de cette Commission, désire que tous les documents originaux relatifs aux expériences soient conservés dans les archives de l'Académie.

Ces diverses pièces seront transmises à la Commission administrative, qui prendra les mesures nécessaires pour en assurer la conservation.

RAPPORTS.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Rapport sur un Mémoire de M.* Peaucellier, *relatif aux conditions de stabilité des voûtes en berceau.*

(Commissaires : MM. Morin, Tresca, Phillips rapporteur.)

« Ce travail, qui est très-digne d'intérêt, se compose d'une méthode graphique pour vérifier la stabilité des voûtes. L'auteur s'est borné au cas, le plus usuel, d'une voûte en berceau droite, à axe horizontal, symétrique et symétriquement chargée. Il a fait abstraction de la cohésion entre les différents voussoirs; il a supposé qu'on pouvait regarder la voûte comme formée d'une infinité de voussoirs infiniment minces, et il a, en commençant, supposé la matière parfaitement dure ou incompressible.

» Cela posé, le principe de sa méthode repose sur les considérations suivantes :

» Dans toute voûte existante, la réaction mutuelle en chaque plan de joint forme, avec la normale à ce plan, un angle inférieur à l'angle de glissement des maçonneries; en second lieu, la courbe des pressions est comprise tout entière entre les profils d'intrados et d'extrados.

» Inversement, quand les efforts qui agissent sur une voûte en équilibre se modifient de manière à provoquer la chute du système, l'une ou l'autre des deux conditions précédentes cesse d'être remplie, et cela à l'instant même où a lieu la rupture de l'équilibre.

» Cela étant, supposons, par la pensée, que, dans une voûte en équilibre, la poussée horizontale sur le joint de clef diminue progressivement. La courbe des pressions se rapprochera de plus en plus de l'intrados et en même temps se modifiera l'inclinaison de la réaction mutuelle en chaque plan de joint; à un certain instant, l'équilibre de stable deviendra instable et la plus légère diminution dans l'intensité de la poussée entraînera la chute du système. Pour le point d'application considéré de la poussée dans le plan du joint à la clef, la valeur minima de celle-ci est la plus grande de celles qui occasionneraient soit une réaction mutuelle dans un des plans de joint atteignant l'angle limite de glissement, soit une courbe des pressions passant par l'origine du profil de l'intrados, soit enfin une courbe des pressions tangente à cette ligne.

» L'auteur est conduit par là à la construction d'une courbe représentative des poussées minima.

» Premièrement, supposons qu'en chaque point du profil du joint à la clef, considéré comme point d'application de la poussée, on mène une ordonnée horizontale égale à la plus grande des poussées qui occasionneraient, dans un joint quelconque, une réaction mutuelle atteignant l'angle de glissement. Le lieu des extrémités de ces ordonnées est une droite parallèle au profil du joint à la clef.

» Deuxièmement, supposons qu'en chaque point du profil du joint à la clef on mène une ordonnée horizontale égale à la poussée qui produirait une courbe des pressions passant par l'origine du profil de l'intrados. Le lieu des extrémités de toutes ces ordonnées est une hyperbole équilatère ayant pour asymptotes le profil vertical du joint à la clef et l'horizontale passant par l'origine du profil de l'intrados.

» Enfin, troisièmement, supposons que, par chaque point du profil du joint à la clef, on mène une ordonnée horizontale égale à la poussée qui produirait une courbe des pressions tangente au profil de l'intrados. Le lieu des extrémités de toutes ces ordonnées est une certaine courbe transcendante.

» M. Peaucellier indique les procédés graphiques simples au moyen desquels on peut construire les trois lignes dont il vient d'être question. Maintenant, la courbe représentative des poussées minima s'obtient en prenant,

pour chaque point du profil du joint à la clef, le point correspondant de celle des trois lignes dont l'ordonnée est la plus grande, de sorte que cette courbe peut être formée, soit pour une seule de ces trois lignes, soit par deux ou trois segments leur appartenant.

» L'auteur est conduit, exactement de la même manière, à une courbe représentative des poussées maxima. Elle provient, comme la précédente, d'une, de deux ou même de trois lignes correspondant : la première, droite et parallèle au profil du joint à la clef, à la valeur constante occasionnant pour un des joints une réaction mutuelle inclinée sur la normale à ce joint suivant l'angle de glissement, mais en sens inverse de ce qu'il était précédemment; la deuxième, au passage de la courbe des pressions par l'origine du profil de l'extrados, et la troisième à la tangence de cette courbe avec ce profil.

» Voici maintenant comment, au moyen des courbes représentatives des poussées minima et maxima, on peut juger la question de stabilité. Trois cas peuvent se présenter :

» 1° Ces deux courbes ne se rencontrent pas dans l'étendue correspondant à la hauteur de la clef, les poussées maxima étant toutes supérieures aux poussées minima correspondantes.

» Alors tous les points du joint à la clef donnent lieu à des courbes de pression possibles, et la voûte est stable.

» 2° Ces deux courbes ne se rencontrent pas, mais les poussées maxima sont toutes inférieures aux poussées minima correspondantes.

» Alors, aucun point du joint à la clef n'est susceptible de donner lieu à une courbe des pressions convenable, et l'équilibre de la voûte est impossible.

» 3° Ces deux courbes se coupent.

» Alors une partie seulement du joint à la clef peut répondre au point d'application de la poussée; suivant les cas, il y aura ou il n'y aura pas équilibre, selon qu'au décintrement ce point d'application se trouvera dans la région possible ou en dehors de cette région.

» M. Peaucellier tient compte ensuite de la résistance limitée des maçonneries à l'écrasement. Il admet la loi, généralement admise, de la répartition des pressions rapportées à l'unité de surface, et il montre les modifications à faire subir à ce qui précède pour obtenir les courbes représentatives des poussées minima et maxima.

» La considération des courbes de poussée a été employée, depuis Moseley et Mery, par tous les géomètres qui se sont occupés de la stabilité des

voûtes. Dans ces dernières années, M. Alfred Durand-Claye, ingénieur des Ponts et Chaussées, a fondé sur elle une méthode d'élimination qui permet de reconnaître toutes les solutions compatibles avec les conditions auxquelles une voûte doit satisfaire sous le rapport de la résistance des matériaux et de la situation nécessaire des courbes de pression dans l'intérieur de la maçonnerie.

» Le nouveau travail de M. Peaucellier envisage la question sous un point de vue différent; les courbes représentatives des poussées maxima et minima ajoutent un nouveau jour à ces méthodes et méritent au même degré l'attention des géomètres et des constructeurs.

» Vos Commissaires proposent, en conséquence, de remercier M. le Ministre de la Guerre de la Communication qu'il a faite à l'Académie du n° 24 du *Mémorial de l'Officier du Génie*, qui renferme le Mémoire de M. Peaucellier, en lui faisant connaître en même temps que ce travail lui paraît digne de son approbation. »

Les conclusions de ce Rapport sont mises aux voix et adoptées.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Mémoire sur l'approximation des fonctions de très-grands nombres et sur une classe étendue de développements en série* (première Partie); par M. G. **Darboux**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Hermite, Puiseux, Bouquet.)

« La théorie des séries trigonométriques est une de celles qui, depuis le dernier siècle, ont le plus occupé les géomètres; et, comme Riemann en fait la remarque, elle a contribué beaucoup à nous donner les notions les plus précises sur la définition des fonctions. Après avoir tracé l'historique détaillé de cette grande théorie, après avoir reconnu toute la valeur des travaux de Dirichlet, Riemann fait observer cependant que la démonstration de Dirichlet ne s'applique qu'à une classe de fonctions, à celles qui sont susceptibles d'intégration et n'ont pas un nombre infini de maxima et de minima, et il cherche à résoudre, sans aucune limitation, le problème suivant : *Une fonction étant définie de la manière la plus générale, quelles sont les conditions qui assurent la légitimité de son développement en série trigonométrique, ou,* ce qui revient au même, *quels sont les caractères distinctifs des séries trigonométriques considérées comme servant de développement à une fonction quelconque?*

» Le travail de Riemann a rappelé l'attention sur une question qui paraissait épuisée. Plusieurs des élèves de l'illustre géomètre ont publié d'intéressants Mémoires où ils ont adopté le point de vue de Riemann, en essayant de résoudre plusieurs difficultés relatives aux fonctions singulières et à la convergence de leurs développements en série trigonométrique. Cette étude est loin d'être épuisée.

» Le point de départ de mon travail se trouve dans l'examen de questions toutes différentes relatives aux séries trigonométriques, questions qui ont été un peu négligées depuis la publication du Mémoire de Dirichlet. Avant ce grand géomètre, on avait essayé de justifier les développements en série trigonométrique en se rendant compte de l'ordre de grandeur des termes de la série. Cette évaluation est facile, comme on le verra, pour les fonctions habituellement employées dans l'Analyse; mais elle n'était pas suffisante, Dirichlet a soin de le faire remarquer, car il fallait non-seulement démontrer que la série est convergente, mais encore en déterminer la somme, ce qui présentait des difficultés sérieuses, levées pour la première fois dans le travail de Dirichlet.

» Dans la première Partie de cette Étude, je donne d'abord des caractères précis pour reconnaître l'ordre de grandeur et obtenir l'expression approchée des coefficients successifs d'une série trigonométrique. J'applique ensuite les résultats obtenus à la solution d'une belle question, l'approximation des fonctions de très-grands nombres pour laquelle Laplace a donné, dans la *Théorie des probabilités,* une méthode très-importante, la seule connue jusqu'à présent. Il est facile de rattacher l'étude de cette question à la théorie des séries trigonométriques.

» En effet on peut, dans la plupart des cas, regarder la fonction dont on veut obtenir une expression approchée comme le coefficient d'une puissance de x dans une série supposée ordonnée suivant les puissances croissantes $f(x) = a_0 + a_1 x + \ldots + a_n x^n + \ldots$. Supposons donc que, étant donnée une telle série, on se propose une évaluation approchée du terme a_n. La série sera en général convergente, et si nous y remplaçons x par $\mathrm{R}e^{i\omega}$, R étant le module et ω l'argument de x, nous aurons

$$f(\mathrm{R}e^{i\omega}) = a_0 + \ldots + a_n \mathrm{R}^n e^{ni\omega} + \ldots.$$

Le coefficient a_n fera partie d'une série trigonométrique, et nos méthodes se prêteront alors à son évaluation approchée.

» Cette relation entre les séries trigonométriques et les séries de puissances est bien connue; elle a été même utilisée par M. O. Bonnet, qui, dans son beau *Mémoire sur la théorie générale des séries,* a déduit de la théorie

des séries trigonométriques le théorème de Cauchy sur le développement des fonctions en séries de puissances convergentes à l'intérieur d'un cercle.

» Elle permet de traiter une question qu'on laisse d'habitude sans examen, et de reconnaître si la série de puissances que développe une fonction demeure convergente sur le cercle limite. Il suffit évidemment que, sur ce cercle, la fonction remplisse les conditions qui assurent la légitimité de son développement en série trigonométrique.

» Parmi les fonctions de très-grands nombres auxquels j'applique ma méthode, je citerai :

» 1° Les polynômes X_n de Legendre, dont je donne l'expression approchée, de l'ordre d'une puissance quelconque de $\frac{1}{n}$;

» 2° Les polynômes plus généraux qui naissent de la série hypergéométrique, quand elle se termine, et qui sont, par conséquent, définis par l'équation $X_n = F(-n, \alpha + n, \gamma, x)$. J'en obtiens encore une approximation indéfinie;

» 3° L'intégrale si importante de Laplace

$$\int f(x)\, \varphi^n(x)\, dx,$$

prise entre deux limites réelles quelconques; j'étends le résultat au cas où l'intégrale serait prise entre des limites imaginaires, les fonctions $f(x)$, $\varphi(x)$ étant imaginaires;

» 4° Les derivées $n^{\text{ièmes}}$ de

$$(1 - x^2)^{-\alpha}, \quad (1 + x^2)^{-\alpha},$$

pour lesquelles je donne aussi une formule d'approximation indéfinie;

» 5° La dérivée $n^{\text{ième}}$ des expressions telles que

$$(x - a_1)^{m_1}, (x - a_2)^{m_2}, \ldots, (x - a_p)^{m_p};$$

» 6° L'expression approchée du terme général de la série de Lagrange ou, plus généralement, de la fonction

$$\frac{d^{n-p}}{dx^{n-p}}[\varphi^n(x) f(x)],$$

où n est très-grand et p fini. Laplace n'a traité qu'un cas particulier de cette expression, celui qui se rapporte à l'équation

$$u - e \sin u = \zeta,$$

et par une méthode qui n'est pas applicable au cas général.

» J'aurais pu indiquer beaucoup d'autres applications, mais mon but

principal était l'étude des développements ordonnés suivant les polynômes de la série hypergéométrique, et cette première partie de mon Mémoire trouve son origine dans la recherche que j'ai dû faire des expressions approchées de ces polynômes, quand leur rang est très-grand. »

GÉOMÉTRIE. — *Nouvelles propriétés géométriques de la surface de l'onde, qui s'interprètent en Optique;* par M. **A. Mannheim**.

(Renvoi à la Section de Géométrie.)

« Malgré les beaux travaux de Fresnel, Hamilton, Mac-Cullagh, Plücker, on ne connaissait qu'un petit nombre de propriétés optiques, déduites de l'étude géométrique de la surface de l'onde.

» A ces propriétés, on peut ajouter celles que j'ai énoncées dans la séance du 23 août 1875 (voir *Comptes rendus*), et celles que je vais énoncer aujourd'hui. Ces propriétés sont corrélatives deux à deux.

» Théorème I. — *On mène un diamètre quelconque d'une surface de l'onde et la normale à cette surface à l'extrémité de ce diamètre. Dans le plan déterminé par ces deux droites et perpendiculairement au premier diamètre, on mène un nouveau diamètre : la somme des inverses des carrés des diamètres comptés sur ce nouveau diamètre, augmentée de l'inverse du carré du premier diamètre, est constante quel que soit celui-ci.*

» En transformant ce théorème par polaires réciproques, on obtient le suivant :

» Théorème II. — *On mène un diamètre quelconque d'une surface de l'onde et à l'une des extrémités de ce diamètre on mène la normale et le plan tangent à cette surface. Perpendiculairement au plan de ce diamètre et de cette normale, et parallèlement à cette dernière droite, on mène deux plans tangents à la surface de l'onde. La somme des carrés des distances du centre de la surface à ces trois plans tangents est constante, quel que soit le diamètre considéré.*

» Théorème III. — *Un trièdre trirectangle a son sommet au centre d'une surface de l'onde. Sur chacune de ses arêtes, il y a deux diamètres de cette surface; on prend l'inverse du carré du produit de ces diamètres : la somme des trois carrés qu'on obtient ainsi, en considérant les trois arêtes du trièdre, est constante, quelle que soit la position de ce trièdre.*

» De là résulte un théorème relatif à une section diamétrale quelconque de la surface, théorème qui se vérifie immédiatement lorsque le plan diamétral est parallèle à l'un des plans tangents singuliers de la surface de

l'onde, puisque alors la courbe d'intersection de cette surface par ce plan est une anallagmatique ayant son centre pour pôle principal.

» Voici le théorème corrélatif du théorème III :

» Théorème IV. — *On considère deux trièdres trirectangles circonscrits à une surface de l'onde et dont les faces sont respectivement parallèles entre elles. On prend le carré du produit des distances du centre de la surface à deux faces parallèles entre elles; la somme des carrés analogues qu'on obtient en considérant les trois faces du trièdre est constante, quelle que soit la position de ce trièdre.*

» Comme conséquence, on a une propriété de la courbe de contour apparent de la surface de l'onde, projetée orthogonalement sur un plan diamétral quelconque. Cette propriété se vérifie immédiatement en vertu d'un théorème énoncé dans ma première Communication (voir *Comptes rendus* du 23 août 1875), lorsque le plan diamétral est perpendiculaire à l'un des diamètres qui contient un point conique.

» Il n'existe, dans ces énoncés, que des longueurs de diamètres et des distances à des plans tangents de la surface de l'onde. Ces éléments s'interprètent en Physique. A une longueur de diamètre correspond une vitesse suivant un rayon efficace et à une distance de plan tangent correspond une vitesse de propagation normale d'une onde plane. En outre, sachant que le diamètre qui contient un point conique est un axe de réfraction conique, et que la perpendiculaire à un plan tangent singulier est un axe de réfraction cylindrique, on peut traduire, en Optique, les énoncés précédents et leurs cas particuliers relatifs aux points singuliers et aux plans tangents singuliers.

» Ainsi, par exemple, les théorèmes III et IV, remarquables chacun, parce qu'ils établissent une relation dans laquelle n'entrent que six éléments de même nature, peuvent se traduire ainsi :

» *On considère les trois couples de rayons efficaces parallèles aux arêtes d'un trièdre trirectangle, on prend pour chacun de ces couples l'inverse du carré du produit des deux vitesses suivant ces rayons : la somme des trois quantités ainsi obtenues est constante quelle que soit la situation du trièdre.*

» *On considère trois couples d'ondes planes parallèles aux faces d'un trièdre trirectangle, on prend pour chaque couple d'ondes parallèles à l'une des faces le carré du produit de leurs vitesses normales : la somme de trois quantités ainsi obtenues est constante quelle que soit la situation du trièdre.* »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les courbes gauches du quatrième ordre;*
par M. P. SERRET.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« 1. PROBLÈME III. — *Étant donnés huit points* 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, x *d'une courbe gauche du quatrième ordre, trouver les trois dernières traces* y, z, t *de la courbe sur un plan* H *conduit à volonté par l'un de ces points* x.

» Soient, dans le plan H, trois coniques déterminées S_1, S_2, S_3, conjuguées respectivement aux pentagones gauches 12345, 23456, 34567, ou aux pentagones plans dérivés de ceux-là.

» Le quadrangle formé, dans le plan H, du point donné x et des trois y, z, t, que l'on cherche, étant conjugué, d'après le lemme, à chacune de ces coniques, leurs équations tangentielles seront réductibles en la forme commune

$$(o) \qquad \dot{x}^2 + \dot{y}^2 + \dot{z}^2 + \dot{t}^2 = o,$$

tandis que leurs équations effectives pourront s'écrire respectivement

$$(1)\ \alpha\alpha' + \beta\beta' = o, \quad (2)\ \alpha\alpha' + \gamma\gamma' = o, \quad (3)\ \alpha\alpha' + \delta\delta' = o,$$

ces dernières supposant d'ailleurs les trois courbes rapportées à autant de quadrilatères circonscrits, ayant deux sommets opposés communs α, α', pris à volonté, et que l'on pourra construire effectivement, puisque les trois courbes S_1, S_2, S_3 sont entièrement connues.

» Si l'on compare actuellement les équations (1), (2), (3) des trois courbes à la forme équivalente (o) qui leur est commune, les identités tangentielles, résultant de cette comparaison, entraînent l'existence d'une première conique Σ circonscrite au quadrangle $xyzt$ et conjuguée aux quatre couples connus $\dot{\alpha}\dot{\alpha}'$, $\dot{\beta}\dot{\beta}'$, $\dot{\gamma}\dot{\gamma}'$, $\dot{\delta}\dot{\delta}'$. Cette première conique Σ est d'ailleurs entièrement déterminée par le point x qui en est donné, et par les quatre couples de points conjugués connus, $\dot{\alpha}\dot{\alpha}', \ldots, \dot{\delta}\dot{\delta}'$, et elle contient les trois points y, z, t que l'on cherche.

» Il ne reste plus qu'à répéter cette construction, après avoir substitué aux points α, α', qui avaient été pris arbitrairement à l'extérieur des trois courbes S_1, S_2, S_3, deux autres points α_1, α'_1 choisis de même. On obtient ainsi une deuxième conique déterminée Σ' passant, comme la première, par le point x, et contenant aussi les trois points cherchés.

» Les points cherchés se trouvent donc aux trois derniers points de

rencontre de deux coniques déterminées Σ, Σ', auxquelles leur définition assigne un premier point commun x.

» 2. Problème IV. — *Étant donnés huit points*, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 *d'une courbe gauche du quatrième ordre, trouver les quatre traces* x, y, z, t *de la courbe sur un plan quelconque* H.

» Soient, dans ce plan, S_1, S_2, S_3, S_4, quatre coniques déterminées, conjuguées respectivement aux pentagones gauches, 12345, 23456, 34567, 45678, ou aux pentagones plans dérivés de ceux-là. Chacune de ces coniques étant conjuguée, d'après le lemme, au quadrangle $xyzt$, formé, dans le plan H, des quatre points que l'on cherche, leurs équations tangentielles seront réductibles en la forme commune

$$(0)\qquad \dot{x}^2 + \dot{y}^2 + \dot{z}^2 + \dot{t}^2 = 0;$$

tandis que leurs équations effectives pourront s'écrire

$$(1)\ \dot{\alpha}\dot{\alpha}' + \dot{\beta}\dot{\beta}' = 0,\quad (2)\ \dot{\alpha}\dot{\alpha}' + \dot{\gamma}\dot{\gamma}' = 0,\quad (3)\ \dot{\alpha}\dot{\alpha}' + \dot{\delta}\dot{\delta}' = 0,\quad (4)\ \dot{\alpha}\dot{\alpha}' + \dot{\varepsilon}\dot{\varepsilon}' = 0,$$

ces dernières supposant les quatre courbes rapportées à autant de quadrilatères circonscrits, ayant deux sommets opposés communs α, α' pris à volonté, et que l'on pourra construire effectivement, puisque les courbes $S_1, \ldots, S_4$ sont connues.

» Si l'on compare actuellement les équations (1),..., (4) des quatre courbes à la forme équivalente (0) qui leur est commune, les identités tangentielles résultant de cette comparaison entraînent l'existence d'une première conique Σ, circonscrite au quadrangle $xyzt$, et conjuguée aux cinq couples connus $\dot{\alpha}\dot{\alpha}'$, $\dot{\beta}\dot{\beta}'$,..., $\dot{\varepsilon}\dot{\varepsilon}'$. D'ailleurs ces cinq couples de points conjugués déterminent entièrement cette première conique Σ; et elle contient les quatre points x, y, z, t que l'on cherche.

» Il ne reste plus qu'à répéter cette construction, après avoir substitué aux points α, α', que l'on avait pris à volonté, deux autres points α_1, α'_1. On obtient ainsi une seconde conique Σ', et les deux coniques Σ, Σ', obtenues de la sorte, se coupent suivant les points cherchés. »

M. **Martha-Becker** adresse un complément à ses Communications précédentes sur l'éther.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. E. **Duchemin** adresse de nouveaux documents, concernant les résultats fournis par les essais de sa boussole circulaire, à bord des navires.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Rolet**, M. **Rexès** adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

SCIENCE APPLIQUÉE. — *Sur les travaux de percement du tunnel du mont Saint-Gothard* (suite). Lettre de M. **D. Colladon** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Les pompes à piston liquide du mont Cenis agitaient, à chaque course, environ 1000 litres d'eau et ne pouvaient donner plus de 16 coups simples par minute, ce qui limitait à huit le nombre des révolutions des moteurs. Une telle lenteur était inconciliable avec la vitesse des moteurs du Gothard, marchant à 350 et 150 tours par minute.

» En conséquence, nous avons dû recourir à un nouveau système de pompes à grande vitesse, que j'avais fait construire en 1871 pour la Compagnie des chemins de fer de la haute Italie, et que M. Favre avait eu l'occasion de voir fonctionner, à une vitesse d'environ 200 coups par minute et sous de fortes pressions, sans réchauffement notable de l'air comprimé. Dans ces pompes, le piston et la tige sont creux et reçoivent, par l'extrémité du prolongement de la tige, une circulation d'eau intérieure continue qui les maintient froids. J'emploie de plus, pour compléter le refroidissement pendant la compression une très-minime quantité d'eau que j'injecte à l'état pulvérulent.

» Dans les appareils installés au Saint-Gothard, où l'on comprime l'air à 8 atmosphères par des pompes de mon système, qui travaillent jour et nuit, toute l'année, à la vitesse de 150 à 200 coups utiles par minute, l'air comprimé sort des cylindres à une température qui ne dépasse que de 15 à 20 degrés C. la température de l'air aspiré. Le volume d'eau injecté à l'état pulvérulent est moindre que la millième partie de celui de l'air. La réduction de poids, de prix d'achat et de volume qui résulte de l'emploi de ces grandes vitesses est facile à apprécier.

» Il existe actuellement, à Göschenen et à Airolo, quatre turbines qui font marcher douze pompes de très-petit volume (1). La quantité d'air obtenue, sous la pression de 8 atmosphères absolues, est de 1000 mètres cubes par heure. L'ensemble de ces turbines, de ces douze pompes et d'un groupe de rechange de trois autres compresseurs est largement logé dans une chambre de 350 mètres carrés de surface à Göschenen, et de 290 mètres carrés à Airolo. Pour obtenir, à l'une des bouches du tunnel, le même résultat avec des béliers du système primitivement adopté au mont Cenis, il aurait fallu quatre-vingts béliers, hauts chacun de 36 mètres.

» Les vingt-huit pompes à piston liquide et à simple effet, qui ont été installées à Bardonnèche pour remplacer les béliers, sont mues par sept grandes roues à augets. Ces vingt-huit pompes produisent 600 à 700 mètres cubes d'air, par heure, sous 7 atmosphères absolues; l'ensemble de ces appareils occupe sept bâtiments, dont chacun a 300 mètres carrés de surface.

» En résumé, nous avons au Saint-Gothard des pompes de compression qui, possédant une puissance d'effet double, n'ont cependant coûté que la moitié de celles qui avaient été installées au mont Cenis; elles occupent, avec leurs moteurs, un espace six ou sept fois plus restreint (2).

» Les systèmes de perforatrices employés au Saint-Gothard présentent aussi des différences de formes, de principe et de puissance d'action par rapport à celles dont on s'est servi au Fréjus. Elles sont plus légères, occupent moins de volume, et leur rapidité d'action est plus grande.

» M. Favre emploie les perforatrices non-seulement pour excaver la galerie de direction et les abatages, mais aussi pour l'avancement de la cunette : c'est dire que le travail de perforation mécanique a été largement développé.

» Au dehors du tunnel existent des chantiers d'essais, où les perforatrices nouvelles sont éprouvées préalablement à tout emploi. Entre un grand nombre de systèmes, l'entreprise en a distingué quatre actuellement en activité : deux à Göschenen et deux à Airolo. Ces quatre systèmes ont

---

(1) *A Göschenen :* diamètre du piston, $0^m,42$; course, $0^m,62$; diamètre de turbine, $2^m,40$; tours par minute, 150. — *A Airolo :* diamètre du piston, $0^m,46$; course, $0^m,45$; diamètre de turbine, $1^m,20$; tours par minute, 350. — Force moyenne de chaque turbine, 210 à 250 chevaux.

(2) Aux pompes à mouvement rapide décrites ci-dessus on a ajouté, dans le même local, à Airolo et à Göschenen, quatre pompes destinées à la compression de l'air à 14 atmosphères pour le service des locomotives à air comprimé.

des avantages spéciaux, sur le mérite desquels on n'est pas encore définitivement fixé; mais ils peuvent, sans perte de temps, se remplacer mutuellement sur un même affût, et leur manutention est assez simple et commode pour pouvoir être confiée indifféremment aux manœuvres. On obtient ainsi, sans complication nuisible, l'avantage d'appliquer ces diverses perforatrices aux emplois qui leur sont le plus favorables.

» Les perforatrices employées sont celles de MM. Dubois et François, Ferroux, Mac Kean et Turrettini; ces trois derniers systèmes sont peu à peu substitués au premier, qui est le plus ancien.

» La machine de M. Turrettini, directeur des ateliers de précision de Genève fondés par A. de la Rive, est, je pense, la première où l'on ait imaginé d'utiliser la réaction contre les fonds du cylindre percuteur pour obtenir un avancement automatique parfaitement régulier (1).

» Les trous sont percés à une profondeur moyenne de $1^{m},10$ à $1^{m},30$; ils sont chargés avec 500 ou 600 grammes de dynamite de première qualité. La dynamite brise le rocher en de nombreux fragments et facilite ainsi l'enlèvement des déblais.

» Les transports dans les parties élargies du tunnel se font, de chaque côté, par deux locomotives mues par l'air comprimé. Ces locomotives remplacent avec avantage une centaine de chevaux qui seraient nécessaires, à chaque extrémité, pour le transport des matériaux et des déblais.

» Il existe aussi, à chacune des bouches du tunnel, deux élévateurs accumulateurs actionnés par la puissance de l'air comprimé.

» Les compresseurs actuels envoient régulièrement aux travaux, et de chaque côté, une quantité d'air comprimé qui représente une puissance mécanique de quelques centaines de chevaux pour le jeu des perforatrices. Cet air, en se détendant, se transforme, dans les chantiers, en 9000 mètres cubes d'air respirable, sous la pression moyenne de $0^{m},660$ de mercure. Cette quantité va être portée à environ 15 000 mètres cubes par l'installation de deux nouvelles turbines, plus puissantes que les premières, et de compresseurs appropriés. La perforation mécanique et l'aération seront ainsi notablement augmentées dès le milieu de l'année courante.

» Enfin M. Favre, désireux de placer ses ouvriers dans les meilleures conditions hygiéniques possibles, a fait préparer, à chaque extrémité du

(1) La Notice imprimée jointe à cette Lettre, et extraite des *Archives des Sciences de la Bibliothèque universelle*, contient la description abrégée des quatre perforatrices employées au souterrain du Saint-Gothard.

souterrain, deux grandes cloches aspirantes conjuguées pour enlever, du sommet de la voûte et des cavités des travaux d'élargissement, la fumée et l'air vicié qui s'y accumulent quelquefois.

» L'ensemble de ce vaste travail fait le plus grand honneur à l'habile entrepreneur qui a voué à sa réussite son énergie, son expérience et la presque totalité de sa fortune. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la répartition de la radiation solaire à Montpellier pendant l'année 1875*. Note de M. A. **Crova**, transmise par M. Balard.

« Dans des Communications précédentes (1), j'ai exposé les méthodes que j'ai adoptées pour la détermination des éléments qui servent à calculer l'intensité calorifique de la radiation solaire et sa transmissibilité à travers l'atmosphère. Les nombres contenus dans le tableau suivant sont extraits des séries d'observations que j'ai faites sur ce sujet, dans le courant de l'année 1875, à Montpellier et sur divers points du département de l'Hérault. Leur comparaison avec ceux que M. Desains a obtenus par une autre méthode (2) pourra présenter quelque intérêt; les valeurs de l'absorption atmosphérique me paraissent, en effet, constituer un des éléments qui peuvent servir à caractériser les divers climats.

Observations faites à midi pendant l'année 1875.

Dates.	Calories reçues par minute et par centim. carré.	Épaisseurs atmosphériques.	Stations.
8 janvier......	1,09	2,47	Montpellier, près du Jardin des Plantes.
6 février......	1,13	1,97	Montpellier, près du Jardin des Plantes.
29 mars........	1,30	1,29	Montpellier, près du Jardin des Plantes.
15 avril........	1,34	1,19	Montpellier, près du Jardin des Plantes.
5 mai........	1,51	1,12	Montpellier, près du Jardin des Plantes.
6 juillet.......	1,23	1,06	Montpellier, près du Jardin des Plantes.
4 septembre...	1,17	1,25	Gignac (Hérault), à la campagne.
5 octobre.....	1,27	1,46	Palavas (Hérault), au bord de la mer.

» Quelques séries m'ont paru assez régulières pour pouvoir être calculées; j'ai choisi plus particulièrement celles dans lesquelles on remarque une symétrie approchée entre les résultats obtenus avant et après le midi

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXI, p. 1205, et t. LXXXII, p. 81.
(2) *Comptes rendus*, t. LXXX, p. 1420.

vrai. C'est surtout par les belles journées de l'hiver et du commencement du printemps que l'on approche le plus de cette symétrie, qui n'est presque jamais réalisée pendant l'été. J'en extrais les nombres suivants :

Dates.	Intensités calorifiques correspondant à des épaisseurs atmosphériques égales à		Coefficients de transmissibilité, l'épaisseur déjà traversée étant	
	1.	2.	1.	2.
8 janvier.........	1,61	1,19	0,79	0,82
6 février.........	1,52	1,11	0,73	0,75
5 mai...........	1,57	1,26	0,76	0,81
4 septembre.....	1,30	0,92	0,69	0,73
5 octobre........	1,37	1,07	0,74	0,83

» Les nombres contenus dans les deux dernières colonnes représentent la transmissibilité des radiations solaires à travers une épaisseur atmosphérique; elle est variable avec l'atténuation d'intensité des radiations de diverses réfrangibilités, produites par une transmission antérieure. La constitution atmosphérique étant variable aux diverses époques de l'année, on ne peut les comparer directement avec les coefficients de transmissibilité à travers une épaisseur constante d'eau obtenus par M. Desains.

» Il n'est pas possible de calculer, avec quelque précision, la proportion de chaleur réellement transmise par l'atmosphère; il faudrait pour cela connaître la constante solaire. Or, quoique, malgré l'incertitude d'une extrapolation étendue aux limites de l'atmosphère, j'aie obtenu dans mes diverses séries pour valeur de cette constante des nombres peu différents de deux calories, et constamment supérieurs à ceux de Pouillet, sa valeur exacte ne nous est pas encore connue. On voit, d'après les tableaux précédents, que l'intensité de la radiation solaire acquiert son maximum au printemps et en hiver, et qu'elle a sa valeur la plus faible en été, comme on l'avait déjà remarqué. On voit, de plus, que le coefficient de transmissibilité acquiert, dans le département de l'Hérault, des valeurs assez grandes; il dépasse quelquefois 0,80 quand l'épaisseur déjà traversée est égale à 2.

» J'ai calculé au moyen de ma formule les séries de Pouillet, après avoir converti les élévations de température en calories, et les épaisseurs données par la formule de Lambert en épaisseurs calculées au moyen de la formule de Bouguer. Il est facile de voir, d'après le tableau suivant, que les transmissibilités que j'ai observées sont toujours supérieures à celles que l'on déduit des observations de Pouillet :

Dates.	Calories correspondant à des épaisseurs atmosphériques.		Coefficients de transmissibilité, les épaisseurs traversées étant	
	1.	2.	1.	2.
28 juin 1837.....	1,30	0,95	0,72	0,73
27 juillet.........	1,36	0,99	0,69	0,74
22 septembre.....	1,46	1,07	0,69	0,74
4 mai 1838.....	1,34	1,00	0,74	0,76
11 mai..........	1,40	1,08	0,72	0,78

» De longues séries d'observations sont nécessaires pour qu'il soit possible d'arriver à des résultats qui permettent de bien définir l'influence qu'exerce l'atmosphère, en un lieu déterminé, sur l'intensité des radiations qu'elle transmet. Je continue à m'occuper de ces études; mais il serait à désirer que des travaux analogues pussent être entrepris simultanément sur divers points et à des altitudes différentes, autant que possible sur des plateaux élevés, afin d'atténuer les perturbations causées par les masses d'air plus ou moins humides qui se déplacent du matin au soir sur les flancs des montagnes, et sur lesquelles M. Forbes (1) a depuis longtemps attiré l'attention. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouveau propylène chloré.* Note de M. **Reboul**, transmise par M. Balard.

« J'ai fait voir (2) qu'en agissant sur l'aldéhyde propylique normale $CH^3 - CH^2 - CHO$, dérivée de l'alcool propylique de fermentation, le perchlorure de phosphore donne, comme on devait s'y attendre, un chlorure de propylène $CH^3 - CH^2 - CHCl^2$, bouillant de 85 à 87 degrés, qui est le véritable homologue du chlorure d'éthylidène, et que j'ai désigné sous le nom de chloropropylol ou chlorure de propylidène. En perdant HCl par la potasse alcoolique, ce chlorure, qui contient les 2 atomes de chlore dans le même groupe carboné ($CHCl^2$), doit fournir un propylène chloré unique $CH^3 - CH = CHCl$, distinct du propylène chloré $CH^3 - CCl = CH^2$, dérivé du méthylchloracétol. C'est en effet ce que l'expérience confirme.

» Le chlorure de propylidène $CH^3 - CH^2 - CHCl^2$, que j'ai préparé en notable quantité par l'action de PCl^5 sur l'aldéhyde propylique nor-

(1) *Philosophical Transactions*, part. II, p. 225 et suiv.; 1842.

(2) *Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 1270.

male (46°-48°), est un liquide bouillant de 85 à 87 degrés, d'une densité 1,143 à la température + 10°. Traité à 100 degrés en vase clos, pendant quelques heures, par une solution alcoolique de potasse, il donne, par suite de l'élimination de 1 molécule d'acide chlorhydrique, un propylène chloré $CH^3 - CH = CHCl$ bouillant à 33°-35°, tandis que celui du méthylchloracétol $CH^3 - CCl = CH^2$ bout de 23 à 25 degrés. Refroidi à — 15°, il se combine avec le brome, mais moins énergiquement que son isomère, et se transforme en un bibromure $CH^3 - CHBr - CHClBr$ qui bout d'une manière constante à 177°-177°,5 (corrigé) (1), tandis que le bibromure $CH^3 - CClBr - CH^2Br$, donné par son isomère, bout à 169°-170° (corrigé).

» Tandis que le chlorure de propylidène et le méthylchloracétol, qui contiennent tous deux Cl^2 dans le même groupe carboné, se transforment, en perdant HCl, en deux propylènes chlorés purs isomériques entre eux, le chlorure de propylène ordinaire $CH^3 - CHCl - CH^2Cl$, dans lequel les 2 atomes de chlore appartiennent à deux groupes carbonés adjacents, donne, en perdant HCl, un mélange des deux propylènes chlorés précédents, l'élimination du chlore se faisant simultanément, mais en proportion inégale, dans les deux groupes dont il fait partie. Est-ce le chlore du groupe extrême qui est enlevé avec l'hydrogène du groupe du milieu, c'est le propylène chloré $CH^3 - CCl = CH^2$ qui prend naissance, tandis que c'est au contraire le propylène chloré $CH^3 - CH = CHCl$ qui se forme quand c'est le chlore du groupe du milieu qui est enlevé. Aussi le produit obtenu bout de 25 à 32 degrés, et non de 23 à 25 degrés, comme le propylène chloré du méthylchloracétol, avec lequel on a, jusqu'à présent, admis à tort son identité. Il se comporte également d'une manière différente avec les hydracides, avec l'acide bromhydrique en particulier. Il me suffira de dire qu'en s'unissant avec lui, outre le chlorobromure $CH^3 - CClBr - CH^3$ bouillant à 92 degrés, il fournit une certaine quantité d'un second chlorobromure $CH^3 - CHBr - CH^2Cl$ bouillant vers 110 degrés, et dont la production est due au propylène chloré $CH^3 - CH = CHCl$ qu'il contient; tandis que le propylène chloré du méthylchloracétol ne donne, dans les mêmes conditions, que le chlorobromure (92 degrés) $CH^3 - CClBr - CH^3$.

« Les mêmes observations s'appliquent au propylène chloré pré-

(1) 0,886 du produit 177°-177°,5 ont donné 1gr,940 de chlorure et de bromure d'argent. La formule exige 1gr,946.

paré par MM. Friedel et Silva avec le chlorobromure de propylène $CH^3 - CHCl - CH^2Br$, bouillant de 119 à 121 degrés et obtenu en faisant agir à l'ébullition le bromure de propylène ordinaire sur le bichlorure de mercure (1). Tout en admettant son identité avec celui du méthylchloracétol, ces savants avaient pourtant remarqué qu'il passait de 25 à 30 degrés. C'est en réalité un mélange où domine le propylène chloré $CH^3 - CCl = CH^2$, mais où il y a aussi l'isomère $CH^3 - CH = CHCl$ bouillant à 33°-35°. Le chlorobromure de MM. Friedel et Silva est donc aussi lui-même un mélange de deux composés isomériques fort voisins : $CH^3 - CHCl - CH^2Br$, de beaucoup prédominant, et $CH^3 - CHBr - CH^2Cl$. Son mode de production rend d'ailleurs cette coexistence pour ainsi dire fatale, la substitution du chlore au brome, par le sublimé corrosif, s'effectuant simultanément, bien qu'en proportion inégale, sur l'un et l'autre des 2 atomes de brome du bromure de propylène ordinaire.

» L'action exercée par la potasse sur le chlorure de propylène ordinaire est donc calquée sur le double dédoublement qu'éprouve, dans les mêmes conditions, le bromure correspondant (2). En agissant sur les composés $C^3H^6Br^2$ ou $C^3H^6Cl^2$, contenant leurs 2 atomes de brome ou de chlore, l'un dans un groupe extrême, l'autre dans celui du milieu, elle fournit simultanément deux isomères, double réaction inverse de celle que j'ai montré se passer, en général, lorsqu'on fixe les hydracides sur les composés monochlorés ou monobromés dérivés des carbures C^nH^{2n}.

» J'ajouterai, en terminant, que, comme celui qui dérive du méthylchloracétol, le propylène chloré du chlorure de propylidène, en perdant HCl par la potasse alcoolique à 150 degrés, se transforme en allylène, et que le chlorure de propylidène, traité par l'acétate de potasse alcoolique, ne donne point de diacétate correspondant; l'acétate agit comme la potasse elle-même et fournit le propylène chloré $CH^3 - CH = CHCl$, en même temps que du chlorure de potassium, de l'acide acétique et de l'éther acétique. »

(1) *Comptes rendus*, t. LXIII, p. 1085.

(2) Reboul, *Comptes rendus*, t. LXXIX, p. 317.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Des difficultés que présente la préparation de l'aniline pure.* Note de M. **A. Rosenstiehl.**

« La séparation de corps de propriétés voisines présente souvent des difficultés considérables; j'en ai fait l'expérience, dans ces dernières années, en essayant de préparer de l'aniline exempte de pseudotoluidine. A l'époque où j'ai découvert ce dernier alcaloïde, j'en ai démontré la présence dans toutes les anilines, de quelque origine qu'elles fussent, et notamment dans celle de l'indigo, qui passait alors pour l'une des plus pures. J'ai indiqué aussi le moyen de préparer de l'aniline ne donnant pas, avec le chlorure de chaux, l'éther et l'eau acidulée, la réaction caractéristique de la pseudotoluidine. J'ai réussi depuis à augmenter la sensibilité de cette méthode d'essai, et, avec son aide, j'ai pu déceler encore la présence de cet alcaloïde dans la même aniline, qui alors m'avait paru être pure. J'ai cherché des procédés propres à enlever cette petite quantité de pseudotoluidine, de manière à obtenir un produit ne donnant plus de réaction avec ma nouvelle méthode : ce sont les difficultés inattendues que j'ai rencontrées qui font l'objet de cette Note.

» 1. Pour faire l'essai d'une aniline, j'en prépare une solution aqueuse et limpide. 100 grammes d'eau, à 17 degrés C., en dissolvent $3^{gr},2$; à 10 centimètres cubes de cette solution, j'ajoute 10 centimètres cubes de chlorure de soude (obtenu par double décomposition entre le chlorure de chaux liquide à 7 degrés B. du commerce et une solution saturée à froid de carbonate de soude). La proportion de chlorure de soude peut varier du simple au double sans inconvénient. La coloration fugace de Runge se manifeste aussitôt; j'agite avec 10 centimètres cubes d'éther que je conserve; je rejette le liquide aqueux. La solution éthérée est lavée avec un peu d'eau; les eaux de lavage sont agitées à leur tour avec un peu d'éther, qui est réuni à la portion principale; celle-ci est alors secouée avec un peu d'eau acidulée. Si l'on avait de la pseudotoluidine pure ou de l'aniline de l'indigo, l'eau acidulée prendrait de suite la coloration violet rouge de la pseudotoluidine; mais, avec l'aniline purifiée, on n'observe aucune réaction caractéristique, c'est-à-dire que la matière colorante formée est si faible, qu'elle est masquée par les matières brunes et le précipité vert bleu que produit l'aniline.

» Cette solution aqueuse acidulée est maintenant la matière première contenant les témoins de la présence de la pseudotoluidine. Elle est d'abord

secouée à plusieurs reprises avec de petites portions d'éther, qui enlèvent les matières brunes; on les rejette.

» La portion aqueuse est alcalinisée par quelques gouttes de potasse caustique et agitée avec l'éther, qui s'empare de la matière colorable; on rejette la portion aqueuse et l'on additionne le liquide éthéré d'un peu d'eau acidulée, on agite et on laisse reposer. Dans les premiers instants, on ne voit pas de coloration; un faible précipité vert bleu en suspension cache entièrement la dissolution rose violacé de la pseudotoluidine; mais, après quelques heures de repos, cette coloration apparaîtra dans toute sa beauté.

» 2. L'aniline pure qui me restait de mes anciennes expériences a été transformée en oxalate, et ce sel cristallisé quatre fois dans l'eau, puis dissous dans l'alcool, d'où il a été précipité par l'éther, dans lequel l'oxalate de pseudotoluidine est soluble. Cette opération a été répétée deux fois, mais sans succès : je n'ai pas obtenu d'aniline ne donnant plus la coloration rose.

» 3. La benzine de l'acide benzoïque m'a fourni une aniline avec laquelle j'ai obtenu très-fortement la réaction de la pseudotoluidine.

» 4. 50 grammes d'acide anthranilique bien cristallisé ont été fondus à 150-160 degrés dans le vide; l'aniline a distillé incolore dans de l'eau; le rendement a été de 60 pour 100; le calcul exige 60,5 pour 100. Le dédoublement est très-net, et, malgré cela, l'aniline m'a donné distinctement la réaction de la pseudotoluidine.

» 5. 20 kilogrammes de benzine cristallisée fondant à $+4^\circ,2$ ont été fondus, congelés, exprimés dix fois de suite pendant les froids de l'hiver 1872-1873. Le point de fusion s'est élevé peu à peu à $+5^\circ,5$ C., point où il est demeuré stationnaire. Il est resté finalement 5 kilogrammes de benzine, qui ont été soumis à de nouveaux fractionnements par cristallisation; le liquide-mère et les cristaux ont présenté le même point de fusion. J'ai transformé cette benzine en aniline; l'oxalate de cette base a été recristallisé lui-même trois fois dans l'alcool, puis décomposé par la soude caustique. Cette aniline ayant donné encore fortement la réaction de la pseudotoluidine, j'ai fait sur elle plusieurs essais pour enlever cette dernière.

» 6. J'ai utilisé en premier lieu la solubilité de la pseudotoluidine dans l'eau, dont 100 parties à 17 degrés dissolvent 1,3 parties. Par six lavages successifs, la moitié de l'aniline est entrée dans les eaux; ce qui est resté a donné une réaction, dont l'intensité n'a plus été que moitié de celle de l'aniline primitive; il n'a pas été possible de dépasser cette limite par de

nouveaux lavages. La saturation fractionnée par l'acide sulfurique, suivie de distillation dans le vide, n'a pas donné de meilleur résultat.

» 7. On sait que l'aniline exposée à l'air brunit; si on la sature alors exactement par un acide, il arrive un moment où toute la masse se colore en rose; cette coloration est due à la pseudorosaniline qui s'est formée à froid, par une oxydation lente des alcaloïdes. J'ai utilisé finalement cette réaction pour me défaire de la pseudotoluidine. Après des essais préliminaires, j'ai dû renoncer à l'emploi de l'air chaud, traversant l'aniline bouillante; je me suis arrêté au mode d'opérer suivant : on verse de l'aniline dans un flacon rempli de papier buvard, de manière à mouiller tout ce papier et à offrir à l'air une grande surface d'action. Ce flacon bouché est exposé à l'air et au soleil pendant trois mois; au bout de ce temps, pendant lequel il a été fréquemment ouvert et agité, il est muni d'un tube abducteur, placé au bain d'huile; on y fait le vide et l'on en retire l'aniline par distillation. Le papier arrosé, après cette opération, d'acide acétique, se colore vivement en rose intense (rosaniline). L'alcaloïde ainsi traité donne encore, mais très-faiblement, la réaction de la pseudotoluidine.

» En résumé, ce travail m'a appris que la cristallisation répétée, dans l'eau, l'alcool et l'éther, des sels d'aniline ou des matières qui servent à sa préparation, telles que l'acide anthranilique et de la benzine, est une méthode insuffisante pour en séparer son homologue; il n'y a que l'action chimique de l'air qui ait à peu près conduit à un résultat satisfaisant; de la difficulté à éliminer la pseudotoluidine, on peut conclure à celle qu'il y a à éliminer la toluidine, quoique sa présence n'ait pu être démontrée, faute d'une réaction assez sensible. Tous les procédés de séparation que j'ai employés sont moins parfaits que la méthode d'analyse; par la substitution de cette méthode à l'ancienne, j'ai découvert la pseudotoluidine là où auparavant j'avais conclu à son absence, ce qui montre une fois de plus que la pureté des corps préparés avec les plus grands soins n'est que relative. La pureté absolue est une limite, sans cesse reculée par la perfection des méthodes d'analyse.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les produits de l'action du chlorure de chaux sur les amines.* Note de M. J. TSCHERNIAK, présentée par M. Wurtz.

« Ayant depuis longtemps l'intention d'étudier la constitution de la dichloréthylamine, je cherchais surtout une méthode permettant de préparer en grand ce corps remarquable. Je l'ai enfin trouvée dans l'action du

chlorure de chaux sur le chlorhydrate d'éthylamine, mais non sans avoir eu à surmonter des difficultés dans l'étude du produit brut de cette réaction. C'est pourquoi je me propose de communiquer quelques observations sur la nature et la décomposition de ce produit brut. Elles sont loin d'épuiser la question, mais il en résulte déjà la méthode à suivre pour la préparation de la dichloréthylamine.

» *Action du chlorure de chaux sur le chlorhydrate d'éthylamine.* — Les produits de l'action du chlorure de chaux sur le chlorhydrate d'éthylamine varient suivant la quantité de chlorure de chaux employée. Si celle-ci n'est pas suffisante pour la transformation entière en dichloréthylamine (4 à 5 parties de chlorure de chaux sur 1 partie de chlorhydrate), on obtient une huile d'un caractère très-peu stable, qui commence déjà à se décomposer à la température ordinaire. Le liquide, lavé et séché, abandonné pendant quelques jours à lui-même, se remplit d'une belle cristallisation, représentant un mélange des sels d'une ou de plusieurs bases organiques. En supposant dans le produit brut la présence d'hypochlorite d'éthylamine, on peut expliquer la décomposition à l'aide de la réaction connue des hypochlorites, qui se transforment à la longue en un mélange de chlorate et de chlorhydrate. L'hypochlorite d'éthylamine devrait, comme le démontre l'équation suivante, donner naissance à un mélange de chlorhydrate et de chlorate d'éthylamine :

$$3C^2H^5AzH^2, ClOH = 2C^2H^5AzH^2, HCl + C^2H^5AzH^2HClO^3.$$

» Mais l'analyse des cristaux démontre que l'explication que nous venons de donner n'est pas entièrement suffisante. Ils contiennent beaucoup plus de chlore qu'ils n'en devraient contenir (41,11 pour 100 Cl, au lieu de 36,41 pour 100 exigés par la formule $AzH^2C^2H^5ClOH$).

» On voit qu'ils contiennent une quantité notable d'un chlorhydrate qui s'est formé en dehors de cette réaction (1).

» Si l'on chauffe le produit brut dans un appareil à reflux, la décomposition devient très-rapide et énergique et peut même aller jusqu'à l'explosion, si l'on n'a pas soin de modérer de temps en temps la réaction, en plon-

(1) Il ne nous est pas encore possible d'affirmer si ce chlorhydrate a l'éthylamine seule pour base ou encore une autre amine. En distillant le sel avec de la chaux et en condensant les vapeurs qui se dégagent dans un mélange réfrigérant, on obtient un produit qui, rectifié au thermomètre, commence déjà à bouillir à 18° (point d'ébullition de l'éthylamine), mais qui passe principalement de 25 à 35 degrés. Il est probable que les cristaux résultent en partie de la décomposition de l'éthylamine monochlorée, qui donnerait naissance à une

geant la fiole dans de l'eau froide. Il se dégage beaucoup d'un gaz ayant une forte odeur de chlore.

» Après avoir arrêté la décomposition, en refroidissant assez fortement, on remarque que le produit s'est séparé en deux couches, dont la supérieure ne tarde pas à se concréter en cristaux. Ces cristaux furent séparés de la couche huileuse inférieure, en traitant le produit par l'eau et en évaporant la solution au bain-marie. L'analyse des cristaux a donné 37,10 pour 100 Cl, ce qui approche déjà plus du nombre exigé par la théorie.

» J'avais d'abord espéré de pouvoir utiliser cette propriété du produit brut pour isoler la dichloréthylamine à l'état pur, cette dernière étant distillable sans décomposition ; mais je pus bientôt me convaincre que, dans les circonstances mentionnées, la dichloréthylamine est entraînée rapidement dans la décomposition générale, parce que, grâce à la température plus élevée, l'hypochlorite subit en partie un nouveau mode de décomposition, qui d'ailleurs a déjà été remarqué pour les autres hypochlorites et qui peut s'exprimer par l'équation suivante :

$$2\,AzH^2C^2H^5ClOH = Az^2 + Cl^2 + H^2O + C^2H^6.$$

» C'est probablement le chlore libre qui réagit sur la dichloréthylamine en la décomposant.

» Distillé par petites quantités, le produit brut passe très-rapidement, la chaleur dégagée par la décomposition étant assez grande pour faire distiller le liquide entre 75-95 degrés, et en laissant pour résidu une huile brune qui se concrète bientôt en cristaux. Les produits distillés ne sont pas plus stables que le produit brut et montrent les mêmes caractères.

» Les fractions bouillant plus bas que la dichloréthylamine paraissent être des mélanges de chloroforme (1) et de dichloréthylamine, comme il

---

base très-intéressante au point de vue de la théorie, l'éthylidénamine, comme le fait voir l'équation suivante :

$$CH^3 - CH^2 - AzCl\,H = CH^3 - CH = AzH, HCl.$$

Le chlorhydrate et le chloroplatinate, qui offrent des différences de solubilité avec le chloroplatinate d'éthylamine, ont été analysés à plusieurs reprises et avec des résultats très-favorables à cette hypothèse ; mais les différences de composition entre les dérivés de l'éthylamine et ceux de la base supposée n'étant pas très-considérables, nous n'affirmerons rien avant d'avoir isolé la monochloréthylamine et étudié la décomposition de la substance pure.

(1) La présence du chloroforme a pu être constatée d'une manière fort nette par l'excellente méthode de M. Hofmann.

résulte des analyses. La fraction 65-72 degrés contient 69,30 pour 100 Cl, ce qui permet de supposer un mélange de 55,95 pour 100 $CHCl^3$, et 44,05 pour 100 $C^2H^5Cl^2Az$. La fraction 72-78 degrés contient 66,81 pour 100 Cl, ce qui correspond à un mélange de 31,71 pour 100 $CHCl^3$, et de 68,29 pour 100 C^2H^5ClAz.

» Pour m'assurer si c'est bien la dichloréthylamine qui est mélangée au chloroforme, et non l'éthylamine monochlorée, j'ai employé une méthode fort simple, qui m'a donné des résultats concluants. J'ai déterminé les densités de ces deux fractions, et j'ai trouvé, pour la température de 15 degrés, les nombres 1,3532 et 1,2889.

» La densité du chloroforme étant connue, on peut déduire par calcul la densité de la dichloréthylamine. On trouve les nombres 1,214 et 1,216, qui concordent parfaitement entre eux et assez bien avec la densité observée (1,2300 à 15 degrés). Si l'on suppose au contraire que ce soient des mélanges de monochloréthylamine et de chloroforme, et qu'on applique le même raisonnement, on trouve des nombres qui diffèrent essentiellement entre eux (1,25 et 1,302), et qui sont très-peu probables, étant plus grands que le nombre trouvé pour la densité de la dichloréthylamine.

» La formation du chloroforme s'explique facilement de la manière suivante :

$$5C^2H^3AzCl^2 = 3C^2H^5AzH^2 + 2C^2Cl^3H^2AzCl^2,$$

$$CCl^3 - CH^2 - AzCl^2 = CCl^3H + ClCAz + HCl.$$

» Je dois ajouter que je n'ai pas constaté la présence du chlorure de cyanogène dans ces réactions; mais j'ai toujours pu observer la formation d'un gaz ayant tout à fait l'odeur de ce corps.

» D'après ce qui précède, le produit brut de l'action du chlorure de chaux sur le chlorhydrate d'éthylamine doit être considéré comme un mélange constitué principalement d'hypochlorite d'éthylamine et de dichloréthylamine. Quant à la monochloréthylamine, j'espère pouvoir l'isoler en adoptant une marche spéciale de préparation. Aussitôt que j'aurai obtenu ce corps remarquable, si intéressant en raison de la base à laquelle il doit donner naissance, j'aurai l'honneur de communiquer mes résultats à l'Académie.

» Ce travail a été fait au laboratoire de M. Wurtz. »

PATHOLOGIE. — *De la conjonctivite granuleuse; résumé de deux missions ayant eu pour objet l'étude des maladies oculaires en Algérie.* Note de M. J. Gayat, présentée par M. Larrey.

« 1° Il existe en Algérie, à l'état endémique, dans la région du Tell et dans celle du Sahara, ainsi que dans chaque race d'habitants, une maladie d'yeux caractérisée essentiellement et à son origine par l'*hypertrophie des glandes lymphatiques de la conjonctive*, d'où résultent de petites élevures arrondies, ou granulations, et l'irritation de la muqueuse. C'est la *conjonctivite granuleuse* simple, qui se complique souvent d'hypertrophie des papilles et qui, en s'aggravant, compromet l'intégrité des membranes profondes et des milieux de l'œil.

» 2° Nous avons étudié cette maladie dans le nord de l'Afrique, dans deux missions que nous a confiées M. le Ministre de l'Instruction publique. Nous l'avons suivie, dans nos voyages en Europe, sous les noms divers d'*ophthalmie militaire* ou *des armées*, d'*ophthalmie contagieuse des écoles*, de *granulations et de lymphômes de la conjonctive*. De nos observations personnelles et des renseignements recueillis entre le 52e et le 33e degré de latitude nord, entre le 18e longitude est et le 4e longitude ouest, il résulte pour nous l'opinion que cette maladie, connue sous plusieurs noms, est toujours, dans son essence, la conjonctivite granuleuse; mais elle emprunte, aux climats et aux conditions sociales des individus sur lesquels elle se développe, des caractères particuliers qui, tout en étant secondaires, peuvent tromper l'observateur et faire croire à l'existence de maladies différentes.

» 3° Une cause fréquente de son développement est la *contagion par le moyen de la sécrétion qui l'accompagne*. La matière de cette sécrétion, inoculée sur un œil sain, ne reproduit pas *fatalement* une conjonctivite granuleuse, mais souvent une conjonctivite catarrhale ou purulente. Ce mode de développement par contagion s'observe dans les armées, dans les ateliers et les écoles où l'on n'a pas soin d'éviter l'encombrement, l'impureté de l'air, l'insuffisance de la nourriture, l'humidité, autrement dit, la malpropreté et l'affaiblissement de l'individu.

» Pour l'Algérie et les pays limitrophes, Maroc et Tunisie, des *causes locales très-actives* viennent s'ajouter aux précédentes. Nous nous bornerons à citer : les vents brûlants et poussiéreux du sud, l'atmosphère chargée de sable, la réverbération solaire (Larrey); les écarts entre la température moyenne des jours et celle des nuits (Mackensie). Il faut bien invoquer

toutes ces causes réunies pour expliquer des faits d'observation aussi graves que les suivants : dans beaucoup d'écoles primaires, nous avons trouvé une proportion de granuleux s'élevant au chiffre de 40 à 50 pour 100. Cette proportion s'est élevée, pour certaines salles d'asile (Bel-Abbès, Orléansville, Sétif, Alger), au chiffre effrayant de 90 et 95 pour 100.

» 4° *Les soins habituels d'hygiène domestique*, opposés aux causes précédentes, suffisent à enrayer le début de la conjonctivite granuleuse et à ajourner les conséquences de la maladie une fois développée. C'est à leur application inconsciente qu'on doit attribuer l'immunité relative des personnes vivant dans l'aisance, ainsi que les cas, malheureusement rares, de guérison spontanée.

» Parmi *les soins d'hygiène qui incombent à l'administration*, il lui importe avant tout de se protéger contre les agents de contagion sur lesquels elle a autorité. Eu égard au caractère endémique de la conjonctivite granuleuse, elle publiera, pendant très-longtemps et à intervalles rapprochés, des instructions populaires affirmant la possibilité de guérir le mal et rappelant les dangers de sa contagion. L'aménagement des locaux publics, l'ornementation des promenades, l'alignement et l'orientation des rues seront subordonnés aux exigences locales d'un climat chaud et d'un sol aride.

» 5° En même temps, il faudra recourir aux soins médicamenteux dont l'efficacité est incontestable, mais il est de toute nécessité qu'ils soient appliqués par le médecin lui-même et qu'ils ne soient plus confiés aux directrices d'asile ou autres personnes de même condition, dont la main entretient et propage, sans le savoir, le mal qu'elle cherche à combattre. Chaque malade sera muni de médicaments et de linges de toilette affectés exclusivement à son service personnel. Parmi les produits médicamenteux, nous recommandons le nitrate d'argent, l'acétate de plomb, les sulfates de cuivre et d'alumine, le tannin ; chaque médecin adaptant la dose, la forme, la durée et la fréquence de leur usage aux cas particuliers.

» 6° Pour lutter contre le développement prodigieux de la conjonctivite granuleuse dans les écoles et dans les asiles, l'enfant n'y sera admis qu'après un examen attestant l'état sain de ses yeux. Si, pendant qu'il fréquente ces établissements, il contracte le mal, le séjour lui en sera interdit jusque après guérison.

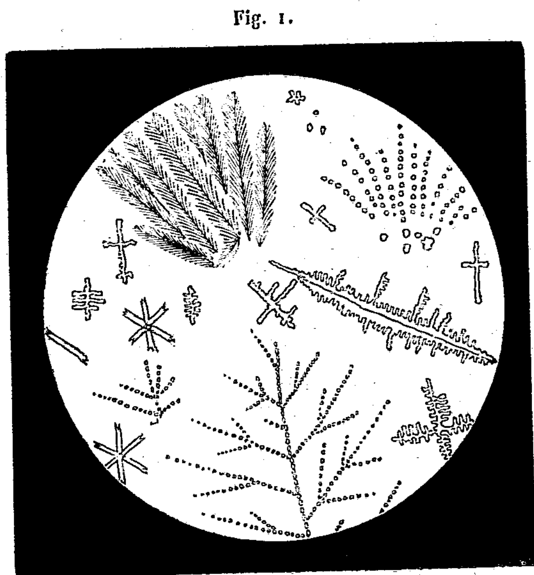
» 7° La loi récente qui incorpore dans les contingents d'Algérie les fils d'Israélites et d'étrangers nés sur le sol de la colonie impose à l'administration locale des précautions bien minutieuses dans l'examen des recrues, car on peut dire que, chez les Israélites, dans les races espagnole et maltaise

implantées en Algérie, la majorité des individus est affectée ou l'a été par les granulations de la conjonctive. Le gouvernement devra redoubler de soins, s'il veut épargner à l'armée d'Afrique les épidémies d'ophthalmie granuleuse qui, sous des climats moins favorables à leur développement, ont causé de si grands ravages dans plusieurs armées d'Europe. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Cristallisation des eaux météoriques;* par M. G. TISSANDIER.

« Dans une précédente Note (1), j'ai mentionné les cristallisations microscopiques que l'on obtient par l'évaporation spontanée d'une goutte d'eau météorique, et qui sont dues principalement au nitrate d'ammoniaque. Les variétés de formes de ces cristaux sont, en quelque sorte, innombrables; ils affectent souvent des aspects très-remarquables, comme on en jugera par les deux figures ci-dessous, que j'ai dessinées au microscope sous un grossissement de 500 diamètres.

Fig. 1.



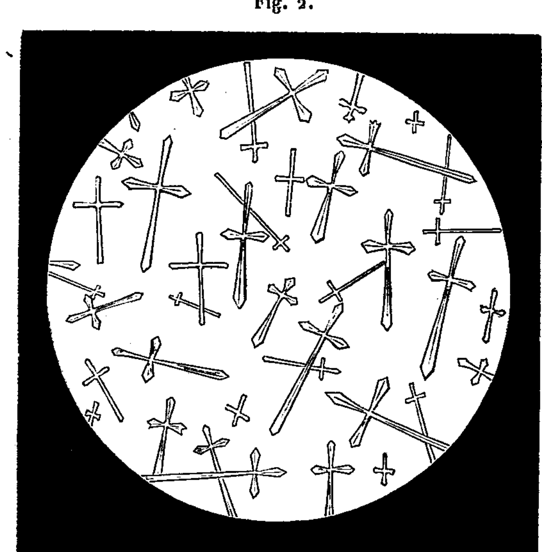
» Dans la *fig.* 1, j'ai réuni des cristaux obtenus dans plusieurs préparations avec de l'eau de pluie recueillie à l'Observatoire de Sainte-Marie-du-Mont (Manche), en juin 1875. On aperçoit de fines dentelures, imitant des plumules d'une grande délicatesse, de petits cristaux légèrement ar-

(1) *Comptes rendus*, séance du 4 janvier 1875.

rondis sur les angles et gracieusement ramifiés, des croix à quatre branches et à six branches. Ces cristaux, qui ne se forment bien que dans l'eau des premières pluies et des premières neiges, sont déliquescents; ils ne tardent pas à se déformer sous l'action de l'humidité de l'air. Avec des précautions spéciales, on a pu toutefois reproduire par la photomicrographie une préparation analogue.

» La *fig.* 2 représente rigoureusement les cristaux formés sur le bord d'une goutte d'eau de neige évaporée à sec, et recueillie à Paris le 11 janvier 1876. Cette forme singulière de glaives ou de croix est souvent affectée

Fig. 2.



par le nitrate d'ammoniaque dans les eaux météoriques, et si, dans toutes les préparations, on ne rencontre pas des groupements aussi remarquables de ces cristaux en croix, on trouve presque toujours un certain nombre de ceux-ci, isolés çà et là dans le dépôt de l'eau météorique.

» J'ai cherché à reproduire artificiellement de semblables cristallisations au moyen d'une solution très-étendue de nitrate d'ammoniaque, mais c'est en vain que j'ai varié les modes d'évaporation : je n'ai jamais produit, dans tous les cas, que des cristaux uniformes, ramifiés de la même façon, autour d'une tige médiane. J'attribue le mode de cristallisation du nitrate d'ammoniaque, dans les eaux météoriques, à la matière organique que ces eaux contiennent, et qui me paraît digne d'être étudiée d'une façon spéciale.

» Quand on évapore, dans une grande capsule de platine, un volume de

plusieurs litres d'eau de pluie ou de neige, le fond du vase, après l'opération, est tapissé d'une substance cassante et dure, légèrement jaunâtre, tout à fait analogue d'aspect à de l'albumine coagulée. Il est probable que la présence de cette substance organique toute particulière, dans une solution, exerce une influence spéciale sur les cristallisations qui s'y forment. Je me promets de revenir prochainement sur l'étude de la nature de cette matière organique contenue dans les eaux météoriques. »

GÉOLOGIE. — *Sur les traces de dislocation que présente le terrain tertiaire dans la vallée de l'Oise.* Note de M. **E. Robert**. (Extrait.)

L'étude des terrains tertiaires situés entre Pontoise et Creil conduit l'auteur à formuler les conclusions suivantes :

« D'après la configuration des terrains tertiaires qui forment, dans les environs de Précy, de chaque côté de la rivière, deux espèces de promontoires, à strates légèrement inclinées du sud-ouest au nord-est, il me paraît difficile de ne pas admettre que, dans le principe, ces terrains ne faisaient qu'un; d'où il suit que, pour avoir livré passage à une rivière telle que celle de l'Oise, qui est si encaissée, il a fallu qu'il se soit produit sur ce point une *faille* énorme. Ne serait-ce pas de cette façon qu'on pourrait expliquer le tracé de ce grand cours d'eau, arrosant une grande vallée qui ne serait alors que le résultat d'un déchirement du sol, par des forces souterraines, parallèlement aux plissements de la craie signalés par M. Hébert dans le nord de la France, et non d'un creusement par les eaux, qui l'auraient plutôt comblée en partie? »

La séance est levée à 4 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 31 janvier 1876.

(suite.)

L. Laliman. *Vignes américaines ayant résisté jusqu'à présent au Phylloxera dans la Gironde, et variétés obtenues de semis.* Bordeaux, imp. J. Lamarque, 1875; opuscule in-8°.

Mémoires de la Société paléontologique suisse; vol. II, 1875 : *Description des fossiles du terrain jurassique de la montagne des Voirons (Savoie)*; *par* E. FAVRE. Paris, F. Savy; Genève, impr. Ramboz et Schuchardt, 1875; in-4°.

Le méristème primitif de la racine dans les Monocotylédones; par M. TREUB. (Extrait du *Musée britannique de Leyde*, t. II.) Leyde, E.-J. Brill, 1876; in-4°.

Origine du bronze; par G. DE MORTILLET. Paris, E. Leroux, 1876; br. in-8°.

Haute antiquité du genre humain. Discours prononcé par M. le prof. N. JOLY. Toulouse, imp. Douladoure; br. in-8°. (Extrait des *Mémoires de l'Académie impériale des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse.*)

Histoire naturelle des Oiseaux-Mouches ou Colibris constituant la famille des Trochilidés; par E. MULSANT et feu Ed. VERREAUX; t. II, liv. 3. Lyon, au bureau de la Société linnéenne, 1876; in-4°.

Questions philanthropiques; par M. le Comte DE BEAUFORT. Paris, Imprimerie nationale, 1875; in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Études séritechniques sur Vaucanson; par J. HEDDE. Paris, E. Lacroix; Grenoble, X. Drevet, 1876; 1 vol. in-8°.

Préfecture du département de la Seine. Assainissement des Halles centrales. Résumé des travaux de la Commission chargée d'examiner les questions qui se rattachent à cet assainissement. Paris, Imprimerie nationale, 1875; in-4°.

Recherches sur l'organisation et le développement des Volucelles, insectes diptères de la famille des Pyrphides; par J. KUNCKEL D'HERCULAIS; 1[re] partie. Paris, G. Masson, 1875; in-4°. (Présenté par M. Milne Edwards.)

Analyse indéterminée du deuxième degré. Résolution en nombres entiers de l'équation $x^2 + y^2 = N$; *par* F.-L.-Fr. CHAVANNES. Sans lieu ni date; br. in-8°.

Les travaux mécaniques pour le percement du tunnel du Saint-Gothard. Note communiquée par M. le professeur D. COLLADON à la Société helvétique des Sciences naturelles, réunie à Andermatt le 13 septembre 1875. Genève, imp. Ramboz et Schuchardt, 1875; br. in-8°.

Rapport trimestriel, n° 5, du Conseil fédéral suisse aux gouvernements des États qui ont participé à la subvention de la ligne du Saint-Gothard, sur la marche de cette entreprise dans la période du 1[er] octobre au 31 décembre 1873. Berne, imp. Wyss, 1874; in-folio.

Recherches statistiques sur la cause de la sexualité dans la race humaine; par J.-H. MARCHAND. Lima, imp. de l'État, 1875; in-8°.

Sui cetorerii Bolognesi. Considerazioni del prof. G. CAPELLINI. Bologna, tip. Gamberini e Parmeggiani, 1875; in-4°.

La formazione gessosa di Castellina maritima e i suoi fossili. Memoria del prof. G. CAPELLINI. Bologna, tip. Gamberini e Parmeggiani, 1874; in-4°.

Sulle balene fossili Toscane. Nota del prof. G. CAPELLINI. Roma, coi tipi del Salviucci, 1876; in-4°.

(Ces trois derniers ouvrages sont présentés par M. de Quatrefages.)

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 7 FÉVRIER 1876.

Éléments climatologiques de la ville de Bruxelles pendant la période décennale 1864-1873; *par* M. Ern. QUETELET. Sans lieu ni date; br. in-4°. (Extrait de la *Statistique générale de la ville de Bruxelles.*)

Du mouvement végétal, etc.; par Ed. HECKEL. Paris, G. Masson, 1875; in-8°.

De quelques phénomènes de localisation minérale et organique dans les tissus animaux, etc.; par le Dr Ed. HECKEL. Paris, imp. Martinet, 1875; br. in-8°. (Extrait du *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie* de M. C. Robin.)

(Ces deux derniers ouvrages sont adressés par l'auteur au Concours Lacaze, Physiologie, 1877.)

Afrique occidentale. Catalogue géographique des oiseaux recueillis par MM. A. Marche et Mis de Compiègne dans leur voyage; par A. BOUVIER. Paris, chez l'auteur, quai des Augustins, 55, 1875; br. in-8°.

Plissement de la craie dans le nord de la France; par M. HÉBERT. Paris, Gauthier-Villars, 1876; in-4°.

Un coup d'œil sur la situation; par C. GUIMARD. Nantes, 1876; br. in-18.

Les prochaines élections; par C. GUIMARD. Nantes, 1876; br. in-18.

Note sur les terrains glaciaires et post-glaciaires du revers méridional des Alpes dans le canton du Tessin et en Lombardie; par M. Alph. FAVRE. Genève, 1876; br. in-8°. (Tiré des *Archives des Sciences de la Bibliothèque universelle.*)

On the diurnal oscillations of the barometer; part I; *by* Al. BUCHAN. Edinburgh, 1875; in-4°. (From the *Transactions of the royal Society of Edinburgh.*)

Fragmenta phytographiæ Australiæ, contulit liber baron Ferdinandus DE MUELLER; vol. VII, VIII. Melbourne, J. Ferres, 1869-1874; 2 vol. in-8°.

Mapa de la Republica de Nicaragua, levantado por orden de Su Ex^a el Presidente cap. general Martinez; por Maximiliano DE SONNESTERN. 1863; carte in-8°, collée sur toile.

Ministero di Grazia e Giustizia e dei Culti. Statistica degli affari civili e commerciali e degli affari penali per l'anno 1874. Roma, Stamperia reale, 1875; in-8°.

ERRATA.

(Séance du 6 décembre 1875.)

Page 1148, ligne 9, état hygrométrique, rectifier comme suit : Novembre 1875 (moyennes mensuelles) : 6 h. m., 89,5; 9 h. m., 85,0; midi, 75,0; 3 h. s., 76,9; 6 h. s., 83,4; 9 h. s., 87,5; minuit, 88,3; moyenne diurne, 84,1.

(Séance du 3 janvier 1876.)

Page 112, lignes 6 et 7 en remontant (moyennes mensuelles), minima de l'abri : —0°,2 *au lieu de* 0°,2; minima du sol : —1°,0 *au lieu de* 1°,0.

DATES.	BAROMÈTRE A MIDI réduit à zéro. (1)	THERMOMÈTRES du jardin. Minima. (2)	Maxima. (3)	Moyenne. (4)	Moyenne vraie. (5)	Écart de la normale. (6)	THERMOMÈTRE ÉLECTRIQUE à 20 mètres. (7)	ACTINOMÈTRE. (8)	THERMOMÈTRES du sol. Surface. (9)	à 0m,20. (10)	à 1m,00. (11)	TENSION DE LA VAPEUR. (12)	ÉTAT HYGROMÉTRIQUE. (13)	UDOMÈTRE (à 1m,80). (14)	ÉVAPOROMÈTRE. (15)	ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. (16)	OZONE. (17)
	mm	o	o	o	o	o	o		o	o	o	mm		mm	mm		
1	760,8	-0,9	2,0	0,6	0,3	-1,8	0,6	6,0	0,7	4,7	6,6	4,6	98	2,1	//	//	8,0
2	60,5	b)-0,8	b) 8,3	3,8	6,2	4,1	5,5	4,5	6,1	4,4	6,6	6,5	92	0,8	0,3	//	11,0
3	60,6	5,5	11,6	8,6	10,2	8,1	9,8	2,5	9,6	6,1	6,5	8,3	89	0,6	1,2	//	12,5
4	61,5	6,1	9,3	7,7	5,9	3,9	6,2	7,2	5,0	6,6	6,6	6,3	83	//	1,0	//	2,0
5	64,1	-2,8	0,4	-1,2	-2,3	-4,2	-1,6	30,3	-2,1	4,5	6,7	3,1	82	//	//	//	0,0
6	63,2	-6,0	-1,5	-3,8	-4,0	-5,8	-3,6	22,2	-4,3	2,5	6,6	3,1	90	//	//	//	0,0
7	56,5	-8,5	-5,1	-6,8	-6,8	-8,6	-6,5	27,1	-7,3	1,7	6,3	2,1	77	0,0	//	//	0,0
8	54,1	-7,4	-2,5	-5,0	-4,7	-6,5	-4,7	4,7	-4,6	1,0	6,0	2,8	85	0,1	//	//	0,0
9	53,5	-5,6	-1,1	-3,4	-3,1	-5,0	-2,9	18,7	-3,3	0,7	5,6	3,2	89	//	//	//	0,0
10	60,3	-8,4	-4,8	-6,6	-6,8	-8,7	-6,4	19,3	-7,3	0,5	5,3	2,5	90	//	//	//	0,0
11	59,3	-9,6	-4,8	-7,2	-7,2	-9,1	-6,7	4,5	-7,1	0,1	5,0	2,5	95	2,1	//	//	0,0
12	61,0	-8,9	-5,9	-7,4	-8,0	-10,0	-7,3	10,1	-7,5	-0,1	4,7	2,4	99	//	//	//	0,0
13	55,5	-9,1	-3,4	-6,3	-5,1	-7,1	-4,9	10,6	-4,9	-0,3	4,5	3,1	97	//	//	//	0,0
14	59,6	b)-2,9	b) 0,0	-1,5	-0,7	-2,7	-0,9	2,2	-1,0	-0,2	4,2	4,2	97	//	//	//	0,0
15	67,2	-1,3	0,1	-0,6	-1,9	-3,9	-1,7	4,9	-2,3	-0,1	4,1	3,9	98	//	//	//	0,0
16	69,1	a	a	//	-6,0	-8,1	-5,6	2,8	-5,5	-0,3	3,9	2,9	100	0,2	//	//	0,0
17	66,2	-7,4	1,7	-2,9	0,0	-2,1	-0,3	3,6	0,1	-0,3	3,8	4,6	98	1,1	//	//	0,0
18	61,5	0,6	7,5	4,0	3,5	1,3	3,3	3,1	2,9	0,0	3,7	5,8	98	1,6	0,3	//	9,5
19	64,4	1,2	4,4	2,8	3,2	0,9	2,8	6,7	3,2	0,1	3,6	5,6	97	0,0	0,2	//	5,0
20	57,4	b)0,1	b) 4,1	2,1	1,7	-0,7	1,5	10,0	1,7	0,2	3,5	4,9	94	0,1	0,5	//	19,0
21	50,7	0,7	9,3	5,0	5,1	2,6	4,5	10,9	4,9	0,2	3,4	5,7	86	0,0	1,6	//	19,0
22	57,3	3,1	4,7	3,9	3,7	1,1	3,5	1,7	3,3	0,2	3,4	5,5	95	0,4	0,7	//	6,5
23	70,2	1,7	4,7	3,2	2,6	-0,1	2,5	3,3	2,0	0,2	3,4	5,3	96	//	0,5	//	0,0
24	71,6	-2,9	6,0	1,6	1,0	-1,8	1,5	30,2	-0,6	0,8	3,4	4,5	90	//	//	//	4,5
25	68,2	-3,1	6,9	1,9	1,0	-2,0	1,6	28,2	0,3	1,0	3,5	4,3	88	//	//	//	0,0
26	66,9	-1,7	7,1	2,7	2,3	-0,8	2,6	16,1	1,6	1,0	3,5	5,0	92	//	//	//	0,5
27	65,4	0,5	9,7	5,1	4,5	1,3	4,8	27,6	2,5	1,5	3,5	5,1	82	//	1,0	//	2,0
28	62,8	0,7	6,3	3,5	2,3	-1,1	2,9	11,1	1,0	1,7	3,5	4,6	84	//	0,7	//	0,0
29	64,2	-3,3	5,5	1,1	0,7	-2,8	1,5	21,2	-1,1	1,4	3,5	4,2	87	//	//	//	0,0
30	66,7	-1,9	8,5	3,3	3,0	-0,6	3,3	25,4	1,5	1,2	3,6	4,9	89	//	//(a)	//	0,0
31	68,4	-1,0	8,8	3,9	2,7	-1,1	3,3	29,3	0,4	1,5	3,6	4,9	88	//	//	//	9,0

(6) La température normale est déduite de la courbe rectifiée des températures moyennes de soixante années d'observations. — (8) Moyennes des cinq observations. — Les degrés actinométriques sont ramenés à la constante solaire 100.
— (7) (9) (10) (11) (12) (13) (16) Moyennes des observations sexhoraires.
(a) Baisse continue jusqu'au minimum de la période suivante (—7°,4), atteint le 16 entre 6 et 9 heures du soir.
(b) Variations irrégulières.

DATES.	MAGNÉTISME TERRESTRE (moyennes diurnes). Déclinaison. (18)	Inclinaison. (19)	Intensité horizontale. (20)	Intensité totale. (21)	VENTS à 20 mètres. Direction moyenne (22)	Vitesse moyenne en kilomètres à l'heure. (23)	Pression moyenne en kilogrammes par mètre carré. (24)	DIRECTION DES NUAGES. (25)	NÉBULOSITÉ (0 à 10). (26)	REMARQUES.
	o '	o '				km	kg			
1	17.17,1	65.37,1	1,9327	4,6624	SSW	13,1	1,62	SSW	10	Brouillards le matin; pluie le soir.
2	20,6	37,3	9331	6638	SSW	7,9	0,59	WNW	10	Pluvieux matin et soir.
3	20,5	36,6	9329	6612	WNW	18,6	3,26	WNW	10	Pluvieux la matinée.
4	* 18,9	* 36,7	9327	6612	NW puis NE	13,5	1,72	NNW	5	Abondante rosée le matin.
5	* 20,3	* 37,3	* 9326	6627	ENE	12,8	1,54	»	1	Faible gelée blanche le matin.
6	* 20,0	37,2	9334	6643	NE	14,0	1,85	N	2	Faible gelée blanche le matin.
7	20,5	37,2	9332	6638	NE	23,3	5,11	NE puis S	5	Quelques flocons de neige matin et soir.
8	20,1	37,4	9334	6649	NE	14,2	1,90	SE	10	Neige et grésil, mêlés depuis 11 h. du matin.
9	20,7	37,2	9334	6643	NNE	16,1	2,44	NNE	4	» »
10	20,1	37,4	9333	6646	N ¼ NE	16,8	2,66	»	0	Beau temps.
11	20,1	37,4	9329	6636	S ¼ SE	10,0	0,94	»	10	Neige l'après-midi et la soirée.
12	19,8	37,1	9328	6626	NE à SE	9,5	0,85	»	10	Quelques flocons de neige avant le jour.
13	[illegible]	37,3	9329	6635	NE	20,0	3,77	»	10	Uniformément couvert.
14	* [illegible]	* 38,3	* 9317	6635	NNE	26,0	6,37	»	10	Uniformément couvert.
15	19,5	38,2	9318	6636	NNE	22,1	4,60	E	6	Découvert le soir et faible gelée blanche.
16	19,0	37,5	9324	6627	NE à NW	7,9	0,59	»	10	Neige faible, mais continue.
17	20,6	37,4	9322	6621	SSW	7,1	0,47	»	10	Givre épais le matin, puis dégel et pluie fine.
18	20,7	37,1	9326	6621	SW	10,9	1,12	WSW	10	Pluies le soir.
19	20,5	37,6	9323	6628	SSW	10,7	1,08	SW	10	Soirée pluvieuse.
20	19,1	37,2	9324	6619	SSW	19,0	3,40	SSW	8	Gouttes de pluie le matin.
21	20,5	37,1	9325	6618	SSW	18,4	3,19	SW k	8	Petite pluie le soir.
22	* 19,7	* 37,3	* 9325	6625	SW à N	16,0	2,41	WNW	10	Uniformément couvert et continuell. pluv.
23	* 17,9	* 37,9	* 9318	6626	S ¼ SW	5,4	0,28	SSW	7	Ciel découvert le soir.
24	19,6	38,3	9317	6636	SSE	4,5	0,20	»	0	Beau temps, gelée blanche le soir.
25	19,7	37,9	9317	6623	E à S	6,2	0,36	S k	1	Givre épais le matin, faible le soir.
26	19,0	38,1	9319	6634	SE	6,2	0,36	SW	5	» »
27	* 19,8	37,7	9320	6624	SSE	5,2	0,26	»	2	Rosée le soir.
28	17,8	36,9	9325	6612	NNE	5,0	0,24	ESE	5	Faible gelée blanche le soir.
29	19,4	37,1	9326	6621	NW à S	5,0	0,24	»	0	Givre matin et soir. Très-beau.
30	19,9	36,3	9328	6602	S	7,6	0,54	»	0	Faibles gelées blanches. Très-beau.
31	20,2	* 37,4	* 9317	6607	S	»	»	»	0	Givre le matin. Très-beau.

(18 à 21) * Perturbations. (18, 19) Valeurs déduites des mesures absolues prises sur la fortification. (20, 21) Valeurs déduites des mesures absolues faites au pavillon magnétique.
(22) (25) Le signe W indique l'ouest, conformément à la décision de la Conférence internationale de Vienne.
(23) Vitesses maxima : le 7, 38,9; les 13, 14 et 15, ainsi que les 20 et 21, de 30 à 35km.
(25) La lettre k désigne les cirrhus, dont la direction, quand ils sont visibles, est donnée de préférence à celle des autres nuages.

Moyennes horaires et moyennes mensuelles (Janvier 1876).

	6h M.	9h M.	Midi.	3h S.	6h S.	9h S.	Minuit.	Moyennes.
Déclinaison magnétique .... 17° +	17′,8	17′,6	23′,0	22′,4	20′,3	17′,5	17′,7	17°.19′,7
Inclinaison » .... 65° +	37,2	37,0	37,3	37,2	37,4	37,4	37,4	65.37,4
Force magnétique totale .... 4,+	6628	6621	6621	6622	6229	6630	6628	4,6627
Composante horizontale .... 1,+	9328	9327	9324	9325	9326	9326	9325	1,9326
Électricité de tension (1)	»	»	»	»	»	»	»	»
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Baromètre réduit à 0°	762,13	762,61	762,22	761,96	762,27	762,55	762,29	762,23
Pression de l'air sec	758,02	758,42	757,72	757,24	757,68	758,03	757,97	757,85
Tension de la vapeur en millimètres	4,11	4,19	4,50	4,72	4,59	4,52	4,32	4,38
État hygrométrique	95,1	93,2	85,1	85,1	90,3	94,1	93,8	91,2
	°	°	°	°	°	°	°	°
Thermomètre du jardin	−1,43	−0,91	1,41	2,07	0,86	−0,01	−0,42	0,11
Thermomètre électrique à 20 mètres	−1,04	−0,75	1,06	2,10	1,23	0,43	−0,13	0,28
Degré actinométrique	0,00	14,03	33,97	17,47	0,00	»	»	13,09
Thermomètre du sol. Surface	−2,16	−0,90	2,58	2,08	−0,52	−0,92	−1,44	−0,38
» à $0^m,02$ de profondeur...	0,16	0,11	0,48	0,96	0,63	0,42	0,29	0,39
» à $0^m,10$ » ...	0,84	0,75	0,81	0,96	1,00	0,93	0,86	0,88
» à $0^m,20$ » ...	1,36	1,36	1,35	1,35	1,38	1,38	1,36	1,36
» à $0^m,30$ » ...	1,64	1,61	1,58	1,58	1,56	1,58	1,57	1,59
» à $1^m,00$ » ...	4,62	4,60	4,59	4,58	4,58	4,56	4,55	4,59
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Udomètre à $1^m,80$	1,5	1,3	0,6	1,4	1,5	0,3	2,5	t. 9,1
Pluie moyenne par heure	0,25	0,43	0,20	0,47	0,50	0,10	0,83	»
Évaporation moyenne par heure (11 jours) (2).	0,01	0,01	0,03	0,06	0,04	0,03	0,03	t. 8,0
Vitesse moy. du vent en kilom. par heure	12,45	11,67	12,09	13,87	13,89	13,77	12,98	12,89
Pression moy. du vent en kilog. par heure	1,46	1,31	1,38	1,82	1,85	1,79	1,59	1,56

Moyennes horaires.

Heures.	Déclinais.	Pression.	Température. à 2m.	Température. à 20m.	Heures.	Déclinais.	Pression.	Température. à 2m.	Température. à 20m.
	° ′	mm	°	°		° ′	mm	°	°
1h matin....	17.19,4	762,09	−0,48	−0,43	1h soir......	17.23,4	762,09	1,96	1,65
2 »	20,8	61,92	−0,58	−0,51	2 »	23,2	61,98	2,18	2,03
3 »	21,4	61,80	−0,73	−0,67	3 »	22,4	61,96	2,08	2,10
4 »	20,8	61,79	−0,95	−0,81	4 »	21,6	62,03	1,75	1,93
5 »	19,4	61,90	−1,17	−0,94	5 »	21,0	62,14	1,31	1,62
6 »	17,8	62,12	−1,43	−1,05	6 »	20,3	62,28	0,87	1,23
7 »	16,4	62,36	−1,51	−1,14	7 »	19,6	62,40	0,47	0,90
8 »	16,4	62,53	−1,37	−1,03	8 »	18,4	62,49	0,21	0,63
9 » ...	17,6	62,60	−0,91	−0,75	9 »	17,5	62,56	−0,01	0,43
10 »	19,6	62,56	−0,20	−0,27	10 »	16,8	62,54	−0,16	0,27
11 »	21,6	62,43	0,62	0,37	11 »	16,8	62,46	−0,30	0,07
Midi.........	23,0	62,22	1,41	1,07	Minuit.........	17,7	62,30	−0,42	−0,13

Thermomètres de l'abri (moyennes du mois.)

Des minima .... —2°,4 Des maxima .... 3°,2 Moyenne............ 0°,4

Thermomètres de la surface du sol.

Des minima .... —3°,7 Des maxima.. ..... 5°,7 Moyenne.... .... 1°,0

Températures moyennes diurnes par pentades.

1876. Janv. 1 à 5.... 4°,1	Janv. 11 à 15.... —4°,6	Janv. 21 à 25... 2°,7
» 6 à 10.... —5,1	» 16 à 20.... 0,6	» 26 à 30... 2,6

(1) Unité de tension, la millième partie de la tension totale d'un élément Daniell pris égal à 28700.

(2) En centièmes de millimètre et pour le jour moyen.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 FÉVRIER 1876.

PRÉSIDENCE DE M. LE VICE-AMIRAL PÂRIS.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire, dans la personne de M. *G. Andral*, Membre de la Section de Médecine et Chirurgie. Cette douloureuse nouvelle a été communiquée à l'Académie par une lettre de son fils, M. P. Andral, vice-président du Conseil d'État.

M. G. Andral est mort le dimanche matin 13 février. Il était le doyen de la Section de Médecine et Chirurgie, à laquelle il appartenait depuis l'année 1843.

M. le **Président** fait connaître à l'Académie qu'elle vient de perdre en outre, dans la matinée, par une bien triste circonstance, le doyen de ses Membres libres, M. le baron *A.-P. Séguier*. M. Séguier avait été nommé Académicien libre en 1833.

THERMOCHIMIE. — *Sur les éthers des hydracides;* par M. **Berthelot**.

« 1. Je n'ai pas trouvé de procédé pour former ces éthers avec les alcools, dans des conditions accessibles aux mesures calorimétriques; cette formation étant bien plus lente avec les alcools qu'avec les carbures d'hydrogène.

Mais on peut la calculer, si l'on admet pour la formation des éthers de l'éthylène les mêmes chiffres trouvés pour ceux de l'amylène; ce qui ne doit pas s'écarter beaucoup de la vérité, d'après les faits relatifs aux éthers sulfuriques, nitriques et oxaliques des divers alcools. On trouve ainsi :

$$C^4H^6O^2\text{gaz} + HCl\,\text{gaz} = C^4H^5Cl\,\text{gaz} + H^2O^2\text{gaz} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad -2,7$$
$$C^4H^6O^2\text{gaz} + HI\,\text{gaz} = C^4H^5I\,\text{gaz} + H^2O^2\text{gaz} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad -1,3$$

c'est-à-dire des absorptions de chaleur; précisément comme pour l'éther acétique gazeux. Les nombres sont à peu près les mêmes que ci-dessus, si l'on suppose l'alcool et l'eau liquides, l'hydracide et son éther étant gazeux.

» Si l'hydracide seul était gazeux, il y aurait dégagement de chaleur, soit pour C^4H^5Cl : + 3,4; et pour C^4H^5I : + 6,0; d'après les chaleurs latentes respectives + 6,45 et + 7,5, trouvées par M. Regnault.

» Tous les corps dissous dans l'eau, on aurait au contraire — 16,6 pour C^4H^5Cl, et — 16,0 pour C^4H^5I (ces éthers étant insolubles).

» 2. Dans les conditions les plus simples de la préparation des éthers d'hydracides, on dissout le gaz chlorhydrique ou iodhydrique dans l'alcool; puis on chauffe la liqueur, ou bien on l'abandonne à elle-même pendant quelque temps. J'ai cherché à me rendre compte des effets thermiques correspondants. La dissolution des hydracides dans l'alcool dégage beaucoup de chaleur, plus même que dans l'eau. A 14 degrés :

$HCl + 9,0\,C^4H^6O^2$ dégage $+ 18^C,3$; $+ 18,3\,C^4H^6O^2$: $+ 19^C,5$; au lieu de 17,4 dans l'eau; $HBr + 24\,C^4H^6O^2$: $+ 23^C,1$ au lieu de 20,0 dans l'eau. HI donne des nombres voisins (1).

» 3. De telles liqueurs, au moment où elles viennent d'être préparées, ne contiennent pas trace d'éthers chlorhydrique, bromhydrique, iodhydrique, mais seulement des alcoolates destructibles par l'eau, de l'ordre des combinaisons cristallisées de la mannite avec les hydracides, que M. Bouchardat a décrites; de l'ordre encore des alcoolates formés par les chlorures de zinc ou de calcium. C'est la décomposition lente de ces premiers composés qui engendre les éthers. Elle a lieu avec séparation d'eau, avec absorption de chaleur considérable (-16^C environ pour C^4H^5Cl), et par une véritable dissociation, comparable à celle qui transforme vers 150 à 200 degrés les

---

(1) Je dois rectifier ici une faute de calcul commise à la page 361, 2e ligne. Le chlorure acétique, agissant sur 5 fois son poids d'alcool, a dégagé + 19,33 et + 19,24, en moyenne + 19,3; chiffre qui serait devenu très-petit si HCl s'était dégagé sous forme gazeuse. A équivalents égaux :

$$C^4H^3ClO^2\text{ liq.} + C^4H^6O^2\text{ liq.} = C^4H^4(C^4H^4O^4)\text{ liq.} + HCl\text{ gaz dégage } + 2,5.$$

Tous corps gazeux, environ + 9,0.

sels ammoniacaux en amides. La formation des éthers se présente ainsi sous un nouvel aspect, rendant mieux compte encore des phénomènes d'équilibre qui la caractérisent. Mais je m'arrête, les applications de la théorie thermique à la formation des éthers étant illimitées. »

THERMOCHIMIE. — *Sur la formation des amides;* par M. **Berthelot.**

« 1. La réaction de l'ammoniaque sur l'éther oxalique est immédiate. J'ai profité de cette circonstance pour déterminer la chaleur de formation de l'oxamide. Je prends, par exemple, 1,9495 d'éther oxalique et 10 centimètres cubes d'une solution très-concentrée d'ammoniaque

$$(AzH^3 + 3H^2O^2 \text{ environ}),$$

et je procède comme avec la soude. La réaction est complète au bout de trois à quatre minutes. On mêle alors les produits avec l'eau du calorimètre, etc. Tous calculs faits (1) :

$(C^4H^4)^2C^4H^2O^8$ pur $+ 2AzH^3$ étendu $= C^4H^4Az^2O^4$ solide $+ 2C^4H^6O^2$ étendu a dégagé $+26,2$ et $+26,6$; en moyenne.............................. $+26,4$ ou $+13,2 \times 2$.

» Or, la formation de l'oxalate d'ammoniaque avec l'éther oxalique

$(C^4H^4)^2C^4H^2O^8$ pur $+ 2AzH^3$ étendue $= C^4H^2O^8.2AzH^3$ dissous $+ 2C^4H^6O^2$ étendu, dégagerait, d'après les données obtenues avec la soude.................... $+16,0 \times 2$.

» En retranchant de la différence $(16,0 - 13,2)2$, la chaleur de dissolution de l'oxalate d'ammoniaque, $-4,0 \times 2$, on trouve que la formation de l'oxamide depuis le sel solide :

$C^4H^2O^8, 2AzH^3$ cristallisé $= C^4H^4Az^2O^4 + 2H^2O^2$ liquide, absorbe $-2,4$ ou $-1,2 \times 2$,
» » gaz » $-21,7$ ou $-10,8 \times 2$.

» Je rappellerai que la transformation du formiate d'ammoniaque dissous en amide dissous, les deux états étant aussi comparables, absorbe $-1,0$, chiffre très-voisin de $-1,2$ et très-voisin aussi de l'absorption de chaleur produite dans la formation des éthers.

» Réciproquement, la fixation de l'eau sur l'oxamide (comme sur le formamide), avec production de sels ammoniacaux, dégage de la chaleur, soit $+2,4$; précisément comme la fixation de l'eau sur les éthers.

(1) J'ai encore étudié l'action de l'ammoniaque étendue sur l'éther oxalique, dissous à l'avance dans une grande quantité d'eau. Cette réaction a dégagé $+8,2 \times 2$; elle ne donne pas naissance à de l'oxamide: tout demeurant dissous, même après plusieurs jours, sans doute sous la forme d'éther oxamique.

» On voit par là que l'*hydratation des composés organiques dégage de la chaleur*, qu'il s'agisse de la décomposition des éthers dissous en acides et alcools étendus, ou de la transformation des amides en sels ammoniacaux : résultat général sur lequel j'ai appelé l'attention dès 1865, et qui se trouve confirmé et précisé par les présentes expériences. Il est facile d'en comprendre toute l'importance dans la théorie de la chaleur animale. »

THERMOCHIMIE. — *Sur l'hyposulfite de potasse;* par M. **Berthelot.**

« 1. Les analyses des produits de combustion de la poudre signalent toutes, depuis une vingtaine d'années, l'hyposulfite potassique à côté du sulfure, et cela dans une proportion qui varie entre des limites fort étendues, telles que 2 et 20 centièmes, sans changement apparent dans les conditions (Noble et Abel). Le rôle de ce sel dans l'explosion a même donné lieu à une théorie ingénieuse de M. Fedorow, d'après laquelle la formation de l'hyposulfite et du sulfure serait due à la réduction par le charbon du sulfate de potasse, formé tout d'abord :

(1) $AzO^6K + S + C = SO^4K + Az + CO^2,$

(2) $2SO^4K + 2C = S^2O^3K + CO^3K + CO^2,$

(2 *bis*) $2SO^4K + 3C = S^2O^3K + CO^3K + 2CO,$

(3) $2S^2O^3K + 3C = 2KS + 3CO^2 + 2S,$

ainsi qu'à la réduction consécutive du carbonate par le soufre excédant :

(4) $4CO^3K + 4S = SO^4K + 3KS + 4CO^2,$

(4 *bis*) $3CO^3K + 4S = S^2O^3K + 2KS + 3CO^2.$

» J'ai étudié la stabilité et la formation thermique de l'hyposulfite de potasse, afin de contrôler les opinions précédentes.

» 2. *Formation thermique.* — J'ai déterminé la chaleur de dissolution :

S^2O^3K anhydre (1 p. + 80 p. eau), à 14°, absorbe... — 2,28; S^2O^3K, HO... — 3,06.

On a, d'autre part,

$S + O^2 = SO^2$ gaz (moyenne de Dulong, Hess, Favre et Silbermann, Andrews)	+ 38,8
SO^2 gaz + eau = SO^2 dissous (Favre et Silbermann, Thomsen)	+ 3,8
SO^2 dissous + S = S^2O^2, HO dissous (Thomsen)	— 4,6
K + O + eau = KO, HO dissoute (Thomsen)	+ 82,3
Union de l'acide hyposulfureux étendu et de la potasse étendue	+ 14,8
Séparation de S^2O^3K anhydre (Berthelot)	+ 2,3
Formation depuis les éléments : $S^2 + O^3 + K = S^2O^3K$	+137,

» Je calcule de même, d'après les données existant dans la Science,

$S + O^4 + K = SO^4K$... $+175,4$; $K + S = KS$... $+ 51,1$
C (carbone du charbon de bois) $+ O = CO$......... $+ 14,0$
$C + O^2 = CO^2$... $+48,5$; $C + O^3 + K = CO^3K$... $+140,4$

» **3.** Calculons avec ces données les équations de M. Fedorow pour la formation de l'hyposulfite :

(2) $2SO^4K + 2C = S^2O^3K + CO^3K + CO^2$ absorberait........ $-24,5$
(2 *bis*) $2SO^4K + 3C = S^2O^3K + CO^3K + 2CO$ » .... $-45,0$
(4 *bis*) $3CO^3K + 4S = S^2O^3K + 2KS + 3CO^2$ » .... $-16,1$

» Tous ces chiffres sont négatifs et la valeur absolue en est trop grande pour pouvoir être compensée, même à une haute température, par la différence probable des chaleurs de fusion ou des chaleurs spécifiques. La formation de l'hyposulfite de potasse, d'après ces équations, donnerait donc toujours lieu à une absorption de chaleur.

» **4.** Cette circonstance ne saurait être admise dans aucune réaction chimique directe, accomplie sans le concours d'une énergie étrangère. La seule qui puisse intervenir ici serait l'énergie empruntée à l'acte de l'échauffement. Or celle-ci s'exerce uniquement pour donner lieu à la décomposition totale ou partielle, c'est-à-dire à la dissociation des composés chimiques, dissociation qui s'accomplit avec absorption de chaleur et qui d'ailleurs peut être suivie par une nouvelle réaction, développée avec dégagement de chaleur, entre les corps ainsi formés par dissociation et d'autres substances présentes dans le système. Mais la condition *sine quâ non* de cette nouvelle réaction est évidemment que les composés qu'elle détermine soient indécomposables à la température où elle a lieu, ou tout au moins plus stables que les composés primitifs. Autrement les nouveaux composés ne pourront se former ; ou bien il s'en formera tout au plus quelques traces, dont la quantité sera réglée par le rapport des stabilités. Par exemple, dans le cas présent, l'hyposulfite de potasse devrait être indécomposable à la température qui dissocie le sulfate de potasse, ou tout au moins dissocié à un degré analogue, pour pouvoir subsister en proportion comparable au sulfate, après refroidissement. De même pour la transformation du carbonate en hyposulfite.

» **5.** J'ai été ainsi conduit à étudier la stabilité de l'hyposulfite de potasse. J'ai chauffé ce sel sec au bain d'alliage, dans une atmosphère d'azote. Jusque vers 500 degrés, il n'éprouve aucune altération notable, si ce n'est que le gaz se charge de traces d'hydrogène sulfuré (provenant

d'un peu d'humidité que le sel retient jusque vers cette température). Le dosage par l'iode indique que le sel, après quelque temps de chauffage à 500 degrés, contient encore 98 centièmes d'hyposulfite réel.

» Pour déterminer la décomposition de l'hyposulfite de potasse, il faut élever la température notablement au-dessus et jusqu'à un degré que mes thermomètres à air n'indiquaient plus, à cause du ramollissement du verre. Ce degré (que je regarde comme un peu supérieur à 550 degrés) une fois atteint, le sel se fonce et noircit en se changeant en polysulfure et sulfate, conformément à la réaction décrite par les auteurs :

$$4S^2O^3K = 3SO^4K + KS^5.$$

» Cette décomposition ne donnant naissance à aucun produit volatil, elle ne saurait être influencée par la pression. Une température un peu plus haute, quoique inférieure à la fusion du verre, détruit à son tour le polysulfure, avec sublimation de soufre; d'où

$$4S^2O^3K = 3SO^4K + KS + S^4,$$

réaction qui dégagerait + 27,7 à la température ordinaire. En fait elle dégage de la chaleur, à la température même à laquelle elle s'effectue; car la réaction une fois commencée continue d'elle-même, alors qu'on écarte la source de chaleur.

» 6. Je conclus de ces faits qu'une proportion considérable d'hyposulfite, telle que 20 centièmes, ne saurait ni se former ni subsister, soit à 2200 degrés, température de l'explosion de la poudre, soit même au rouge; la formation en ayant lieu aux dépens du sulfate ou du carbonate de potasse, qui ne donnent nul indice de décomposition à la température rouge.

» Si donc l'hyposulfite prend réellement naissance dans cette explosion, ce ne saurait être qu'en très-petite quantité (1) et à la façon de ces produits secondaires, soustraits par un brusque refroidissement à l'action lentement décomposante de la température qui leur a donné naissance (*Ann. de Ch. et de Phys.*, 5e série, t. VI, p. 440).

» 7. Reste à expliquer les fortes doses d'hyposulfite que signalent les analyses des auteurs parmi les produits de l'explosion de la poudre. Je les

---

(1) Il pourrait aussi s'en produire un peu aux dépens du sulfure de potassium, réagissant pendant le refroidissement sur quelque trace d'acide sulfureux formé temporairement :

$$2KS + 3SO^2 = 2S^2O^3K + S \text{ dégage} \ldots + 56,2.$$

attribue à une absorption de l'oxygène de l'air, opérée au moment où l'on ouvre les appareils et où l'on recueille ces produits chargés de sulfure potassique et éminemment oxydables et hygrométriques; elle continue pendant les manipulations analytiques, trop compliquées pour être protégées efficacement contre l'accès de l'air, malgré toutes les précautions prises. C'est ce que l'on peut montrer par la discussion des nombres mêmes des auteurs. M. Fedorow remarque que l'hyposulfite se développe surtout en vase ouvert, le sulfure sous pression (c'est-à-dire en vase clos); ce qui est conforme à l'opinion que je soutiens. Dans les nombreuses analyses que renferme le remarquable Mémoire de MM. Noble et Abel (*Philos. Trans.*, p. 74-75; 1875), la somme des produits est d'ordinaire égale à 100; mais les auteurs n'y font pas figurer l'eau, n'ayant pu la doser directement. Or, le poids de l'eau, déduit de la proportion initiale d'hydrogène qu'ils indiquent dans la poudre (sous forme d'eau hygrométrique et de charbon hydrogéné), aurait dû s'élever à 3 ou 4 centièmes. Il y a là, je crois, compensation de deux erreurs de signe contraire : une perte d'oxygène et d'hydrogène sous forme d'eau, et un gain d'oxygène fixé sur le sulfure pendant les manipulations. La compensation, d'ailleurs, n'est pas toujours exacte. Quand l'hyposulfite est peu abondant (3,4 pour 100, n° 14), l'analyse même signale une perte de 1 centième d'oxygène; mais, quand ce sel domine, tout le sulfure ayant disparu (n° 47 et n° 42), l'excès d'oxygène surpasse l'eau perdue de 1,5 et 1,6; ce qui fait un excès total de 5 centièmes. Les excès d'alcali libre trouvés précisément dans l'un de ces cas (n° 42) par les auteurs sont une nouvelle preuve de la transformation, le rapport du soufre au potassium dans l'hyposulfite étant double du sulfure. Enfin la chaleur dégagée, calculée d'après les nombres des analyses, montre qu'il devrait y avoir un excès thermique d'un sixième environ dans les réactions où l'hyposulfite domine sur celles où il manque : excès qui ne se retrouve point dans les déterminations calorimétriques, lesquelles fournissent, d'après MM. Noble et Abel, des nombres à peu près constants. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Mémoire sur l'approximation des fonctions de très-grands nombres et sur une classe étendue de développements en série* (seconde Partie); par M. **G. Darboux**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Hermite, Puiseux, Bouquet.)

« La seconde Partie de mon travail est uniquement consacrée à l'étude des développements en série ordonnés suivant les polynômes de la série hypergéométrique. Ces fonctions, étudiées par Jacobi et aussi par M. Tchebychef, qui les a employées à la solution de belles questions d'Analyse, sont définies par la formule

$$X_n = F(-n, \alpha+n, \gamma, x) = \frac{\Gamma(\gamma)}{\Gamma(\gamma+n)} x^{1-\gamma} (1-x)^{\gamma-\alpha} \frac{d^n}{dx^n} x^{n+\gamma-1} (1-x)^{\alpha+n-\gamma};$$

une de leurs propriétés fondamentales est exprimée par la relation suivante :

$$\int_0^1 X_m X_n x^{\gamma-1} (1-x)^{\alpha-\gamma} dx = 0.$$

» Cette relation permet de déterminer par des intégrations les coefficients successifs du développement supposé possible d'une fonction quelconque. En effet, si l'on pose

$$(1) \qquad f(x) = A_0 X_0 + A_1 X_1 + \ldots + A_n X_n + \ldots,$$

on aura

$$A_n \int_0^1 X_n^2 x^{\gamma-1} (1-x)^{\alpha-\gamma} dx = \int_0^1 f(x) X_n x^{\gamma-1} (1-x)^{\alpha-\gamma} dx,$$

équation qui détermine tous les coefficients. En substituant ces valeurs dans la formule (1), il y a lieu de se poser la question suivante :

» La série ainsi obtenue est-elle convergente et représente-t-elle la fonction?

» Je crois avoir résolu complétement cette question. Une formule donnée dans mon Mémoire sur le théorème de Sturm permet d'abord de faire la somme des premiers termes de la série, de la remplacer, comme on le fait pour les séries trigonométriques, par une seule intégrale dont il s'agit de chercher la limite; j'ai essayé d'apporter la plus grande rigueur dans l'étude de cette limite et les résultats obtenus justifient cette précaution.

Ainsi, alors même que les intégrales qui déterminent les coefficients de la série ne sont pas infinies, ont un sens déterminé, il se présente un fait inattendu. La série peut être divergente si la fonction devient infinie d'un certain ordre. C'est ainsi que, pour les polynômes de Legendre, la série cesse d'être convergente s'il arrive que la fonction devienne infinie d'un ordre égal ou supérieur à $\frac{3}{4}$ pour l'une des valeurs $x = +1$, $x = -1$. Le théorème que résume cette partie de mes recherches est le suivant :

» *Entre les limites $x = 0$, $x = 1$, la série ne sera convergente que si la fonction demeure finie pour $x = 0$, $x = 1$, ou si, devenant infinie pour $x = 0$, elle ne le devient pas d'un ordre égal ou supérieur à $\frac{\gamma}{2} + \frac{1}{4}$ et, devenant infinie pour $x = 1$, elle ne le devient pas d'un ordre égal ou supérieur à $\frac{\alpha - \gamma + 1}{2} + \frac{1}{4}$. Si la série est convergente, elle représente la fonction, continue ou discontinue, de la même manière que les séries trigonométriques.*

» La fin de mon travail traite d'une question différente de la précédente, quoique aussi intéressante. Étant donnée une série de fonction X_n

$$A_0 X_0 + A_1 X_1 + \ldots,$$

en admettant qu'elle soit convergente, quelles sont les limites de sa convergence ?

» Je prouve que les courbes limitant la région de convergence sont dans tous les cas des ellipses ayant pour foyers les points $0, 1$, et je démontre que réciproquement toute fonction finie et uniforme à l'intérieur d'une ellipse est développable à l'intérieur de cette ellipse en une série convergente de polynômes X_n.

» Cette démonstration s'appuie sur le théorème de Cauchy

$$f(x) = \frac{1}{2\pi i} \int \frac{f(y)\,dy}{y - x},$$

et sur le développement de $\frac{1}{x - y}$ en une série de fonctions X_n. L'étude de ce développement me conduit à introduire, comme cela a déjà été fait pour les polynômes de Legendre, des fonctions de seconde espèce qui, dans presque toutes les questions, interviennent à côté des polynômes X_n. Par exemple, toute fonction uniforme dans la couronne comprise entre deux ellipses homofocales est développable en une série, composée à la fois de fonctions de première et de seconde espèce.

» Je donne un grand nombre d'expressions différentes et de propriétés de ces nouvelles fonctions.

» Enfin, en terminant, j'indique comment la méthode que j'ai suivie dans l'étude de la question actuelle pourra s'étendre à tous les développements ordonnés suivant des fonctions ou des polynômes formant une suite de Sturm, c'est-à-dire tels que trois fonctions consécutives soient liées par une équation de la forme

$$AX_{n+1} + (Bx + C)X_n + DX_{n-1} = 0,$$

où A, B, C, D sont des constantes, fonctions de n. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Vibrations d'un solide homogène, en équilibre de température.* Mémoire de M. **Félix Lucas**. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Ce Mémoire fait suite à celui que nous avons eu l'honneur de présenter à l'Académie, dans la séance du 31 janvier dernier.

» Nous considérons un solide homogène dont les molécules superficielles sont respectivement entretenues, par une cause quelconque, à des températures déterminées, variant, par voie continue, d'une molécule à une autre. Nous supposons que l'équilibre de température soit établi, dans la masse tout entière, et nous déterminons l'état vibratoire correspondant.

» Si l'on désigne par x, y, z les coordonnées primitives de la molécule m et par $x+u, y+v, z+w$ les coordonnées de cette molécule à l'instant t, on a

$$(1)\quad \begin{cases} u = S\dfrac{\mu}{n}A^{\frac{x}{n}+\frac{y}{p}+\frac{z}{q}+g}\cos\left(\dfrac{x}{n}+\dfrac{y}{p}+\dfrac{z}{q}+g\right)\cos(t\sqrt{s}+\varepsilon), \\ v = S\dfrac{\mu}{p}A^{\frac{x}{n}+\frac{y}{p}+\frac{z}{q}+g}\cos\left(\dfrac{x}{n}+\dfrac{y}{p}+\dfrac{z}{q}+g\right)\cos(t\sqrt{s}+\varepsilon), \\ w = S\dfrac{\mu}{q}A^{\frac{x}{n}+\frac{y}{p}+\frac{z}{q}+g}\cos\left(\dfrac{x}{n}+\dfrac{y}{p}+\dfrac{z}{q}+g\right)\cos(t\sqrt{s}+\varepsilon), \end{cases}$$

$s, n, p, q, g, \mu, \varepsilon$, A désignant des paramètres constants, S indiquant une somme de termes correspondant à divers mouvements pendulaires.

» L'amplitude de chaque vibration simple ne pouvant qu'être multipliée par un facteur constant, si l'on déplace l'origine des coordonnées, on a nécessairement

$$(2)\quad \frac{x}{n}+\frac{y}{p}+\frac{z}{q}+g = i\pi,$$

i désignant un entier quelconque, positif ou négatif. Le corps présente,

par conséquent, le même mode d'homogénéité géométrique que dans le cas d'une température uniforme. Cette observation concorde avec les idées de Fourier; il est, en effet, facile de constater, en lisant divers passages de la *Théorie de la Chaleur*, que ce grand géomètre admettait implicitement l'existence de la constitution réticulaire dans un corps solide en équilibre de température.

» La force vive moyenne du mouvement du point m a pour valeur

$$(3) \qquad \theta = \frac{1}{2} m \mathrm{S} \mu^2 s \left(\frac{1}{n^2} + \frac{1}{p^2} + \frac{1}{q^2}\right) \mathrm{A}^{2\left(\frac{x}{n} + \frac{y}{p} + \frac{z}{q} + g\right)},$$

et caractérise la température de ce point.

» Dans le cas particulier où la température est partout la même, les paramètres A sont tous égaux à l'unité; on retrouve alors les formules que nous avons établies directement, dans notre précédent Mémoire, et qui correspondent à l'équilibre *statique*.

» Dans le cas général de l'équilibre *dynamique*, qui se présente lorsque le corps reçoit du milieu ambiant une certaine quantité de calorique et lui en restitue une quantité égale, les paramètres A ne sont pas égaux à l'unité, mais nous démontrons qu'ils en diffèrent très-peu. Il ressort, en effet, de nos formules, que, si ces paramètres s'écartaient sensiblement de l'unité, la température subirait des variations pour ainsi dire infinies dans l'intérieur d'un solide de dimensions ordinaires; or l'expérience montre qu'il n'en est pas ainsi.

» De ce que les paramètres A ont des valeurs très-voisines de l'unité, il résulte que la distribution de la température dans le voisinage d'une molécule du corps est analytiquement linéaire. Soit v la température du point m dont les coordonnées primitives sont x, y, z, et w la température d'un point voisin dont les coordonnées primitives sont $x+\xi$, $y+\eta$, $z+\zeta$; on a nécessairement

$$(4) \qquad w - v = a\xi + b\eta + c\zeta,$$

a, b, c désignant des coefficients constants. On peut, d'ailleurs, éviter de recourir à l'emploi de ces paramètres, en écrivant

$$(5) \qquad w - v = \frac{dv}{dx}\xi + \frac{dv}{dy}\eta + \frac{dv}{dz}\zeta.$$

» Cette formule, fondamentale dans la théorie de la chaleur, a été posée par Fourier en assimilant les distances moléculaires à des différentielles géométriques, de manière à identifier la différence $w - v$ avec la différentielle totale de v. Or il n'est pas évident *a priori* que cette assimi-

lation soit permise, car, la température étant tout à fait indépendante de l'unité de longueur admise, on peut choisir cette unité de manière que les distances moléculaires, et par conséquent les coordonnées ξ, η, ζ, soient exprimées par des nombres finis. Il n'était pas sans intérêt d'établir la formule (5) par des considérations plus rigoureuses.

En résumé, ce Mémoire et celui qui l'a précédé confirment l'opinion, très-répandue aujourd'hui, qui consiste à attribuer la chaleur d'un corps à des vibrations de ses molécules. On voit que l'étude des effets du calorique rentre, en partie, dans le domaine de la Mécanique rationnelle, science de l'équilibre et du mouvement. Les résultats obtenus se relient, d'une part, à la Thermodynamique, et, d'autre part, à la théorie de Fourier; de là, un trait d'union entre ces deux parties de la Science. »

PHYSIOLOGIE. — *Des mouvements que produit le cœur lorsqu'il est soumis à des excitations artificielles.* Note de M. **Marey**.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

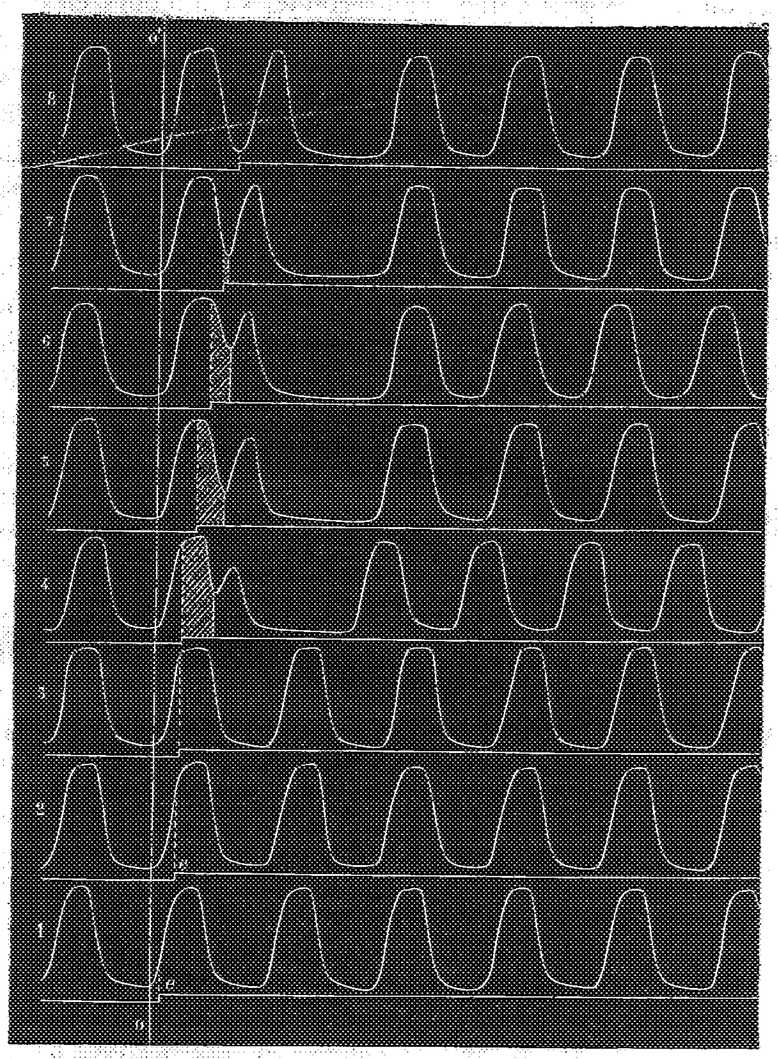
« Lorsque le cœur d'un animal a cessé de battre, on peut encore rappeler ses mouvements à l'aide d'excitations artificielles.

» Si l'on modifie l'état du cœur par la fatigue ou par le froid, les mouvements provoqués offrent plusieurs changements qui semblent liés les uns aux autres : le *temps perdu* (retard du mouvement sur l'excitation) s'accroît, ainsi que la durée de la systole dont l'intensité diminue. La diminution d'intensité de l'excitant agit dans le même sens; tandis que par le repos, la chaleur ou les excitations fortes, le cœur réagit plus tôt, plus fortement et d'une manière plus brusque.

» Ces effets, sauf quelques différences dans leur durée absolue, sont absolument semblables à ceux qu'on obtient dans tous les autres muscles de l'organisme; il n'en est plus ainsi quand on fait agir les excitations artificielles sur un cœur qui a conservé ses mouvements propres.

» Si on lance à travers le cœur d'une grenouille vivante des courants d'induction, et si l'on inscrit les mouvements qui se produisent alors, on observe que, pour les excitations toujours de même nature, il se produit des effets presque toujours différents. Tantôt le cœur ne semble pas avoir reçu l'excitation, tantôt il réagit ; mais dans ces cas le mouvement apparaît tantôt avec une grande rapidité (temps perdu très-court, $\frac{1}{10}$ de seconde), tantôt après un retard qui peut atteindre $\frac{1}{2}$ seconde et plus. Enfin la systole provoquée peut être, en certains cas, aussi forte que celles qui se produisent spontanément, tandis que d'autres fois elle est pour ainsi dire avortée.

» En faisant un grand nombre d'expériences, j'ai pu m'assurer que, si la réaction du cœur n'est pas toujours la même, cela tient à ce que l'excitation lui arrive à différents instants de sa révolution, et que, si on l'excite toujours au même instant de sa systole ou de sa diastole, il donne toujours des tracés identiques.



Dans chacune des courbes, l'excitation du cœur a lieu au point e; l'origine de toutes les révolutions cardiaques pendant lesquelles une excitation arrive est placée sur la même verticale oo'; l'ascension de la courbe correspond à la systole.

» Pour rendre facilement saisissable la manière dont les choses se passent, j'ai disposé les uns au-dessus des autres des tracés pour lesquels le cœur a été excité à des instants de plus en plus avancés de sa révolution.

» On voit, sur cette figure, que *le cœur est réfractaire à l'excitation pendant la plus grande partie de sa phase systolique :* de 1 à 3 ; que de 4 à 8 il donne des systoles provoquées par chacune des excitations électriques; enfin qu'entre l'excitation et le mouvement produit il s'écoule un temps plus ou moins long : c'est le *temps perdu* de Helmholtz. Ce retard, très-long dans la ligne 4, où il dure plus d'une demi-seconde, va toujours en diminuant à mesure que l'excitation du cœur se produit plus tard. Pour rendre facilement saisissable, dans chaque tracé, la durée du temps perdu, on a teinté cette durée au moyen de hachures obliques. En suivant, de bas en haut, la série des courbes, on voit que le temps perdu diminue sans cesse. *Le retard de la systole est donc d'autant moindre que l'excitation du cœur arrive à une période plus avancée de la révolution de cet organe.*

» En comparant entre elles les systoles provoquées à différents instants, on constate que *la systole provoquée est d'autant plus forte, qu'elle arrive plus longtemps après la systole spontanée qui la précède.* Il semble que le repos soit nécessaire pour que le cœur qui vient d'agir soit capable d'un acte nouveau. On remarquera que, dans la série représentée par la figure ci-contre, les systoles provoquées sont d'abord petites (ligne 4), puis plus grandes (ligne 5), puis diminuent encore (ligne 6), pour grandir de nouveau.

» Cette double variation tient à ce qu'une double influence règle le moment d'apparition de la systole provoquée. D'une part, l'arrivée de plus en plus tardive de l'excitation du cœur tend à retarder de plus en plus l'apparition de la systole provoquée; d'autre part, la diminution graduelle du *temps perdu* tend à hâter cette apparition. Suivant la prédominance de l'une ou de l'autre de ces influences contraires, les systoles provoquées se montreront plus ou moins tôt et leur amplitude en sera modifiée comme on le voit dans la figure.

» Enfin, *après chaque systole provoquée, on observe un repos compensateur qui rétablit le rhythme du cœur un instant altéré.* L'existence de ce repos compensateur est très-importante : elle vient confirmer une loi que je crois avoir établie, à savoir que *le travail du cœur tend à rester constant.*

» Dans d'autres Communications, j'ai montré qu'on peut régler la fréquence du cœur en faisant varier les résistances que cet organe éprouve à se vider; que, si l'on élève la pression du sang dans les artères, le cœur devant, à chaque systole, soulever une charge plus forte, ralentira ses mouvements, tandis que, si une hémorrhagie diminue la résistance que chacune des systoles éprouve, le nombre de celles-ci augmente considérablement.

» Les expériences qu'on vient de lire constituent un corollaire de la loi

qui préside à la fréquence des mouvements du cœur. Elles montrent, en effet, qu'on ne peut, en un temps donné, provoquer qu'une même dépense de travail, et que, si des excitants énergiques viennent provoquer de la part du cœur une dépense anormale, un repos s'ensuit forcément, et le cœur, au bout d'un instant, se trouve n'avoir fait que sa dépense ordinaire.

» Si, par des influences quelconques, on provoquait une série de systoles accidentelles à de courts intervalles, on verrait ensuite le cœur se reposer pendant un temps beaucoup plus considérable.

» Je ne puis, dans les limites de cette Note, développer plus longuement ce sujet, non plus que discuter les causes des curieuses variations que présente l'excitabilité du cœur. Ce sera l'objet d'une Note prochaine. »

M. **Gueyraud** soumet au jugement de l'Académie un *pal distributeur*, destiné à introduire dans le sol les liquides insecticides, pour la destruction du Phylloxera (1)

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. J. **Asum** adresse une Note relative à la destruction du Phylloxera.

(Renvoi à la Commission.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le deuxième et dernier fascicule du « Cours de Physique pour la » classe de Mathématiques spéciales », par M. *E. Fernet*;

2° Un opuscule de M. *Douay-Lesens*, intitulé : « Conservation, en silos, du vin, de la bière et du cidre »;

3° Une brochure portant pour titre : « Le climat de l'empire russe, par M. *Vojeikof* », traduction de M. *H. Brocard*;

4° Un ouvrage de MM. *H. Bonnet* et *Poincarré*, intitulé : « l'Anatomie pathologique et la nature de la paralysie générale », ouvrage adressé pour le Concours des prix de Médecine et Chirurgie;

5° Un nouvel opuscule de M. *Cernuschi*, sur la « Monnaie bimétallique ».

---

(1) Cet instrument est parvenu à l'Académie vers la fin de novembre; depuis cette époque, l'état du sol a empêché de le soumettre à des essais permettant d'en apprécier l'efficacité.

M. le **Président de l'Académie des Beaux-Arts** communique à l'Académie des Sciences la rédaction suivante, qui a été proposée par quelques-uns de ses Membres, comme devant trouver place dans le Dictionnaire des Beaux-Arts, au mot *Chromatique:*

« Les musiciens et les physiciens ne sont pas d'accord sur la mesure des » demi-tons chromatiques et diatoniques dont se compose la gamme chro- » matique. Les musiciens considèrent le demi-ton chromatique comme » étant plus grand que le demi-ton diatonique; les physiciens établissent » une opinion contraire par des calculs fondés sur le nombre des vibra- » tions. »

Avant de donner place à cette assertion dans son Dictionnaire, l'Académie des Beaux-Arts désire savoir si le dissentiment qui s'est manifesté autrefois, entre les musiciens et les physiciens, existe toujours, ou s'il s'est établi un accord entre les opinions opposées.

Cette Lettre sera soumise à la Section de Physique.

PHYSIQUE. — *Des écarts dans les lois relatives aux gaz.*
Note de M. **D. Mendéléeff.** (Extrait.)

« La loi de Mariotte, la loi de Gay-Lussac, et la loi d'Ampère et Avogrado, vulgarisée par Gerhardt, peuvent s'exprimer, dans leur ensemble, par l'équation

$$apv = K(C + t)m \text{ (*)}. \tag{1}$$

(*) a est le poids d'une molécule chimique, le poids atomique de l'hydrogène étant pris pour unité : pour l'hydrogène, $a = 2$; pour l'azote, $a = 28$; pour l'air, le poids moléculaire moyen est 28,84.

p est la pression par mètre carré, en kilogrammes. La pression normale est 10333.

m est le poids du gaz en kilogrammes, v son volume en mètres cubes, $\frac{m}{v} = \Delta$ le poids de 1 mètre cube de gaz. En introduisant cette notation dans l'équation (1), on obtient la forme plus générale

$$\frac{ap}{\Delta} = K(C + t). \tag{2}$$

t est la température centigrade; $C = \frac{1}{\alpha}$ est une constante, peu différente de 272; K est une constante à peu près égale à 845 : son expression est $K = (c' - c)aE$, E étant l'équivalent mécanique de la chaleur (à peu près 424); c' et c sont les deux chaleurs spécifiques du gaz (ainsi, pour l'air, $c' = 0,2376$ et $c = 0,1685$). Comme $(c' - c)a$ est, pour tous les gaz, peu différent de 2, la quantité K est approximativement égale à 2E.

» Depuis Clapeyron, l'ensemble des deux premières lois s'exprime par l'équation

(3) $$pv = R(C + t).$$

» La constante R est variable avec la nature du gaz, tandis que la valeur de K, dans l'équation (1), est la même pour tous les gaz, tant qu'ils suivent les trois lois. La formule (1) fournit donc l'expression la plus complète des propriétés des gaz voisins de l'état parfait.

» Ces trois lois diffèrent cependant de la loi de gravitation, en ce qu'elles ne sont qu'une *première approximation*. Les essais entrepris pour trouver une expression plus approchée sont connus. Pour avoir l'expression analytique la plus simple des écarts offerts par les gaz, par rapport à ces lois, il faut considérer C et K, dans la formule (1), non pas comme des constantes, mais comme des fonctions de la nature du gaz, de sa température et de sa pression. La question la plus importante est de savoir si ces deux quantités dépendent de a, p et t, ou si cette dépendance n'existe que pour l'une d'elles.

» Pour la quantité $C = \frac{1}{\alpha}$, les expériences de M. Regnault prouvent qu'elle dépend de p et a. Il n'est pas douteux que, la pression augmentant, α augmente, et par conséquent C diminue; on doit donc avoir

$$C = C_0(1 - Ap).$$

» En comparant les données de M. Regnault avec celles de MM. Magnus et Joly, il devient évident que C dépend de même de a. Pour les gaz qui ont le même poids moléculaire, et par suite le même poids spécifique, on obtient le même coefficient de dilatation; or, à mesure que le poids moléculaire a, et par suite la densité du gaz augmentent, α augmente aussi. Donc, lorsque l'une de ces deux influences si différentes fait croître le poids de l'unité de volume du gaz, il arrive que le coefficient de dilatation α augmente également, c'est-à-dire que C diminue.

» Il y a lieu de croire que α change aussi avec t, mais il ne faut pas oublier que, dans l'état actuel de la question des températures, la constance de α, pour tel gaz donné, est une convention sur laquelle se base la détermination des températures, et qui ne s'en déduit pas. Ainsi la quantité C se trouve être une fonction déterminée, bien qu'encore imparfaitement connue, de p et de a. A mesure que p et a diminuent, la valeur de C paraît tendre vers la limite maximum généralement admise, $C_0 = 273$. Pour le succès des recherches, il faut de nouvelles observa-

tions relatives au coefficient de dilatation α sous des pressions constantes.

» Les questions relatives aux quantités R de l'équation (3), ou K de l'équation (1) sont plus complexes.... Néanmoins, un examen attentif conduit à supposer que, non-seulement C, mais aussi K (et par conséquent R) sont des fonctions de la pression. C'est ce qu'on voit déjà par la considération suivante.

» Les recherches de M. Regnault indiquent que, pour l'air, pour les valeurs de p comprises entre 1 et 30 atmosphères, la compressibilité est supérieure à celle qui résulterait de la loi de Mariotte [ce qui peut s'exprimer par $\frac{d(pv)}{dp} < 0$]. Des considérations théoriques (*), et aussi des observations directes pour des pressions considérables (Natterer, Cailletet) montrent qu'alors la compressibilité est plus petite que celle qu'exigerait la loi de Mariotte $\left[\frac{d(pv)}{dp} > 0\right]$. Quant aux pressions inférieures à 1 atmosphère, les observations que j'ai faites de concert avec M. Kirpitchoff ont fourni (**) des résultats analogues $\left[\frac{d(pv)}{dp} > 0\right]$.

» Il s'ensuit donc que la loi de dépendance des variations de pv avec celles de p doit être représentée par une courbe complexe. Quant aux variations de C avec les variations de pressions, autant qu'on peut en juger par les données de M. Regnault, elles peuvent se représenter par une ligne à peu près droite. La dépendance entre C et p ne suffit donc pas pour expliquer les écarts par rapport à la loi de Mariotte.

» La même conclusion se tire de la comparaison des observations de M. Regnault sur les variations des nombres α et α' (coefficients de dilatation de l'air pour des volumes constants et pour des pressions constantes) avec les variations de pressions, car ces deux coefficients deviennent égaux (0,00369) sous des pressions assez rapprochées de $2^{m},50$ (***). Les expériences poussées plus loin devront nous montrer comment, dans les divers gaz, R et C changent à mesure que la pression diminue ou augmente. Quant à présent, nous sommes en droit d'affirmer que, si p augmente, R et K augmentent, et C diminue. Il en est de même pour la variable a, car les déterminations de M. Regnault montrent que, pour $p = 0^{m},760 = 10333^{kg}$,

(*) Consulter mon Mémoire, publié dans le *Journal* (russe) *d'Artillerie*, août 1872, et mon Ouvrage *De l'élasticité des gaz*, t. I, chap. I, et IX.

(**) Consulter l'Ouvrage cité, chap. VIII. Un résumé concis se trouve dans le *Bulletin de l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg*, 1874, t. XIX, p. 466.

(***) REGNAULT, *Relation des expériences*, t. I, p. 109 et 115.

les valeurs de K correspondantes à divers gaz sont les suivantes :

		Hydrogène.	Azote et oxyde de carbone.	Acide carbonique et protoxyde d'azote.	Cyanogène et gaz sulfureux.
Poids moléculaire a.		2	28	44	52 et 64
Valeur de K.......	$\frac{apv\ (*)}{m(C+t)}$	$=844$	846 et 849	854 et 857	893 et 893

» Il faut remarquer que les variations de K dépendent surtout de celles que a fait subir à la valeur de C (**).

» Ainsi la relation (1), qui existe entre les propriétés fondamentales des gaz, doit être remplacée, pour avoir une seconde approximation, au moins par une expression de la forme

$$\frac{apv}{m} = (K_0 + A'p + B'a)(C_0 + t - Ap - Ba).$$

» Les recherches ultérieures détermineront les valeurs de A, B, A', B'. En partant des données de M. Regnault, j'ai commencé en 1872 ces recherches, et j'en ai publié la première partie. J'ai en vue principalement la détermination des écarts par rapport à la loi de Mariotte, pour les gaz sous différentes pressions, et la détermination du coefficient de dilatation des gaz sous des pressions constantes »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur les rosanilines isomères.* Note de M. **A. Rosenstiehl.**

« En 1868, à la suite de la découverte de la pseudotoluidine, j'ai montré que la fuchsine commerciale ne résulte pas du concours de deux alcaloïdes seulement, l'aniline et la toluidine, ainsi qu'on avait dû l'admettre alors, mais qu'à ces corps vient s'ajouter la pseudotoluidine, comme l'un des facteurs les plus importants de la production de cette remarquable matière colorante rouge. J'ai indiqué en même temps l'existence de deux isomères, obtenus, l'un par l'aniline et la toluidine, l'autre par l'aniline et la pseudotoluidine, dont les propriétés physiques sont si rapprochées qu'elles ne permettent pas de les distinguer. Cette isomérie délicate, qui réside principalement dans la nature des corps générateurs, m'a paru assez importante pour devoir être confirmée par un plus grand nombre d'expériences. Dans ce

(*) En désignant par δ la densité relative à l'air, $K = \frac{a\alpha}{\delta} 7995$.

(**) Les valeurs de $\frac{a}{\delta}$ sont 28,9; 28,8 et 28,9; 28,8 et 28,8; 28,8 et 28,6.

travail de révision, j'avais surtout en vue, après avoir préparé les rosanilines isomères, avec des matières aussi pures que l'état actuel de la question permet de le faire, d'en régénérer les alcaloïdes en quantité suffisante pour pouvoir en déterminer les proportions relatives. Cette manière de faire m'a paru d'autant plus nécessaire, que l'expérience m'a montré, dans ces dernières années, l'impossibilité de préparer de l'aniline exempte de pseudotoluidine. Je conclus de là qu'il est impossible de séparer les trois alcaloïdes congénères de manière à obtenir chacun dans un état de pureté absolue; et j'admets que chacun d'eux, quoique préparé avec de grands soins, contient les deux autres en petites quantités. Je dois donc trouver la pseudotoluidine dans les alcaloïdes régénérés de la rosaniline préparée avec l'aniline et la toluidine; inversement, je dois trouver cette dernière dans la rosaniline préparée avec l'aniline et la pseudotoluidine. Il convient, dès lors, de fixer l'importance de cette cause d'erreurs et son influence sur le résultat final.

» J'ai préparé les rosanilines correspondantes aux mélanges suivants :

Rosaniline α.

Toluidine cristallisée.
Aniline.

Rosaniline β. 1.

Pseudotoluidine seule.

Rosaniline β. 2.

Pseudotoluidine.
Aniline.

Rosaniline αβ. 1.

Toluidine cristallisée.
Pseudotoluidine.

Rosaniline αβ. 2.

Toluidine cristallisée.
Pseudotoluidine.
Aniline.

» Après avoir obtenu à l'état de pureté les rosanilines correspondantes à chacun de ces mélanges, et en avoir comparé les propriétés physiques, je les ai traitées par l'acide iodhydrique sous pression, pour en régénérer les alcaloïdes. Il serait trop long de décrire ici la méthode de séparation appliquée au mélange des alcaloïdes régénérés; pour montrer toutefois la confiance qu'elle mérite, je citerai un exemple. J'ai fait, avec des alcaloïdes purs, un mélange type, que j'ai ensuite séparé en ses éléments :

	Composition du mélange.	Trouvé par l'analyse.
	gr	gr
Aniline	0,376	0,375
Pseudotoluidine	0,532	0,534
Toluidine	0,040	0,039

» J'ai traité par l'acide iodhydrique, outre les rosanilines isomeres, quelques produits secondaires de leur préparation. Ce sont : 1° les produits qui restent dans le liquide-mère de la cristallisation de la rosaniline β; 2° les produits insolubles qui se forment en même temps qu'elle.

» Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau suivant :

	Rosanilines.							
	α	β_1	β_1 liq. mère	β_1 résidu	β_2	β_2 liq. mère	β_2 résidu	$\alpha\beta$
Aniline..........	25	24	30	32	32	34	50	28
Toluidine crist....	75	3	Indices.	0	4	2	2	38
Pseudotoluidine...	Indices.	73	70	68	64	64	48	34

» De l'ensemble de ces résultats analytiques, on peut tirer les conclusions suivantes :

» 1° Chaque rosaniline régénère en réalité trois alcaloïdes, mais en proportions telles qu'il ne peut y avoir aucun doute sur l'isomérie.

» 2° Le rapport de 1 molécule d'aniline pour 2 molécules de toluidine, demandé par la formule de la rosaniline établie par M. Hofmann, se retrouve à peu près dans les alcaloïdes régénérés; cependant l'aniline est en proportions un peu inférieures, parce qu'elle est partiellement transformée en ammoniaque par l'action de l'acide iodhydrique.

» 3° La pseudotoluidine est, à elle seule, capable de produire une rosaniline, car, par la destruction de CH^2, elle se transforme partiellement en aniline.

» 4° Il existe trois rosanilines isomères : l'une dérive de 1 molécule d'aniline et de 2 molécules de toluidine; la deuxième dérive de 1 molécule d'aniline et de 2 molécules de pseudotoluidine; la troisième est formée par 1 molécule d'aniline, 1 molécule de toluidine et 1 molécule de pseudotoluidine; cette dernière constitue, en majeure partie, les fuchsines commerciales. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur l'inactivité optique du sucre réducteur contenu dans les produits commerciaux.* Note de MM. **Aimé Girard** et **Laborde.**

« Dans la séance du 31 janvier, M. Maumené a présenté à l'Académie une Note dans laquelle il nous reproche d'avoir attribué à M. Dubrunfaut une opinion dont il revendique la priorité.

» Nous plaçant au point de vue purement technique, laissant de côté toute question d'interprétation, ne nous préoccupant ni de la théorie de M. Dubrunfaut, ni de la théorie de M. Maumené, évitant même d'employer

les termes de *glucose*, de *lévulose* ou de *chylariose*, nous nous sommes simplement proposé de rechercher si le sucre réducteur contenu dans les produits commerciaux, c'est-à-dire la matière sucrée autre que le saccharose, contenue dans ces produits, possède ou ne possède pas une activité optique susceptible d'influencer, à l'analyse, les indications fournies par le polarimètre.

» Dans ces conditions, nous avons eu raison d'attribuer à M. Dubrunfaut l'opinion qu'il a, en réalité, émise le premier, et qui consiste à regarder cette matière sucrée comme n'exerçant sur les résultats de l'analyse polarimétrique aucune action sensible. Si nous nous sommes placés à ce point de vue limité, c'est précisément afin d'avoir le droit de refuser toute discussion sur le côté théorique de la question. »

THERMOCHIMIE. — *Sur un élément nouveau de la détermination des chimi-calories;* par M. **E.-J. Maumené.**

« Les expériences que j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie (*Comptes rendus*, t. LXXXI, p. 575) ont été confirmées par une nouvelle série, faite en redoublant de précautions pour éviter toute erreur.

» L'acide sulfurique récemment bouilli (dans un matras à long col et sans perdre la moindre trace d'eau) ne dégage pas le même nombre de chimi-calories dans les actions qu'il peut produire que lorsqu'il est refroidi depuis longtemps.

» 50 grammes d'huile d'olive traités par $18^{gr},4$ d'acide récemment bouilli (10 centimètres cubes) produisent 44 degrés de chaleur. 50 grammes d'acide ancien n'en produisent que 34. Les mêmes proportions d'acide et d'eau dégagent très-sensiblement 3 degrés de plus dans le premier cas que dans le second.

» J'ai de plus constaté un fait nouveau et, je crois, des plus importants. L'huile d'olive récemment chauffée à 300 degrés environ (au bain d'huile) ne se comporte pas non plus comme l'huile ancienne ; elle n'est pourtant pas sensiblement altérée : sa couleur est la même, son odeur devient un peu acroléique, mais très-faiblement, sa densité ne varie aucunement. 50 grammes de cette huile traités par $18^{gr},4$ d'acide récemment bouilli se comportent comme s'ils n'avaient été chauffés ni l'un ni l'autre; ils ne produisent que 34 degrés.

» Ainsi des liquides très-divers éprouvent une altération moléculaire facile à mettre en évidence par des actions chimiques, sans que leur nature

ait changé ; la seule influence de la chaleur, une influence purement physique, bien évidente par le retour complet à l'état moléculaire antérieur, après quelques semaines, leur donne une sorte de trempe, *pendant* laquelle leurs actions chimiques produisent des nombres de chimi-calories extraordinaires.

» J'étudie cette influence dans d'autres liquides, dans les solides et même dans les gaz. Certains sels récemment chauffés ou fondus ne produisent plus les mêmes abaissements de température (positifs ou négatifs) que lorsqu'ils ont été longtemps conservés.

» A mesure de l'observation des faits, de nature à intéresser l'Académie, j'aurai l'honneur de les communiquer. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur un acide nouveau préexistant dans le lait frais de jument.* Note de M. J. **Duval**, présentée par M. Robin.

« L'auteur démontre, par une analyse du lait de jument, que ce liquide, faiblement alcalin ou neutre, contient un principe immédiat que ne renferment pas les laits de ruminants, en quantité appréciable du moins. C'est un sel dont l'acide est cristallisable en groupes de petites aiguilles, non volatil sans décomposition, d'une odeur fragrante et d'une saveur particulière. Ses réactions, au contact de l'azotate d'argent, du perchlorure de fer et du chlorure d'or, etc., le distinguent de l'acide hippurique. Il est combiné à une base volatile que chasse la chaleur, ce qui fait que ce lait devient un peu acide pendant son ébullition prolongée. Cette base est peut-être une ammoniaque composée, mais n'est pas l'ammoniaque proprement dite. M. Duval donne le nom d'*acide équinique* à ce composé chimique naturel nouveau. »

EMBRYOGÉNIE. — *Sur l'aptitude qu'ont les huîtres à se reproduire dès la première année.* Note de M. Z. **Gerbe**, présentée par M. Ch. Robin.

« Une question des plus importantes au point de vue de l'exploitation des bancs naturels et artificiels, celle de savoir à quel âge les huîtres commencent à se reproduire, m'avait bien souvent préoccupé, lorsque, en 1870, M. le Ministre de la Marine, sur la demande que lui en fit M. Coste, voulut bien me faciliter les moyens de la résoudre.

» On savait, et je l'avais fréquemment constaté moi-même, que de très-petites huîtres sont parfois gorgées de *naissain*, c'est-à-dire d'embryons;

mais ce fait pouvait être exceptionnel et, du reste, s'il permettait de conjecturer que l'espèce est susceptible de se reproduire de bonne heure, il n'autorisait pas à fixer l'âge des individus qui se présentaient, la taille ne pouvant fournir sur ce point que des données incertaines. En effet, la croissance du mollusque étant en raison du milieu qu'il habite, il en résulte que des huîtres de la même ponte, examinées à la même heure, six mois, un an, deux ans après, présenteront, sous le rapport des dimensions, des différences considérables. Des observations que j'ai faites à ce sujet il résulte que :

» Sur *quatre cent-trente-cinq* huîtres d'un an, prises dans les parcs d'Arcachon (1), et sacrifiées par lots de quarante à cinquante tous les cinq jours, à partir du 15 juin jusqu'au 31 juillet 1870, il s'en est trouvé :

» *Trente-cinq* laiteuses, c'est-à-dire ayant les œufs ou les jeunes en incubation dans le manteau, et à divers degrés de développement;

» *Cent-vingt-sept* dont les ovaires, gorgés d'œufs à maturité, annonçaient une ponte imminente;

» *Cent-quatre-vingt-neuf* chez lesquelles l'élément fécondant, c'est-à-dire les corpuscules spermatiques, étaient en pleine voie de formation, mais à des degrés divers.

» *Six* dont les organes reproducteurs étaient comme lardacés, les œufs et les spermatozoïdes s'y trouvant à l'état de décomposition;

» *Soixante-dix-huit* dont la plupart, à en juger par les caractères que présentaient les organes génitaux, avaient probablement émis leur naissain.

» Pour ces dernières, j'aurais pu avoir des doutes sur la valeur des caractères qui me les faisaient considérer comme ayant déjà pondu, si ces caractères n'avaient pas été absolument identiques à ceux que présentaient les huîtres laiteuses. Chez les unes comme chez les autres, il y avait affaissement complet des organes reproducteurs, et généralement absence d'œufs et de corpuscules spermatiques; mais, en supposant qu'il y ait du doute pour les huîtres du dernier groupe, il ne saurait y en avoir ni pour celles dont les œufs étaient en incubation, ni pour celles qui étaient à la veille de pondre, et chez lesquelles la moindre piqûre pratiquée sur l'ovaire suffisait pour faire couler des flots d'ovules.

» Quant aux huîtres qui ne présentaient que des masses spermatiques

(1) Ces huîtres ont été examinées au laboratoire de Concarneau, où je m'étais fixé pour d'autres études, et où M. A. de Rochebrune, commandant l'aviso à vapeur *le Sylphe*, en station dans le bassin d'Arcachon, me les faisait parvenir.

à divers degrés de maturation, il n'est pas moins certain qu'à la période de formation de l'élément fécondant aurait bientôt succédé chez elles la période de formation des œufs : curieux phénomène qui pourrait faire croire à tel observateur qui n'en verrait que la première phase que le nombre des mâles est ici bien supérieur à celui des femelles; et à celui qui n'en connaîtrait que la deuxième phase, que ce sont au contraire celles-ci qui sont le plus nombreuses.

» Je me bornerai à ajouter que cent huîtres également âgées d'un an, prises sur les collecteurs du parc de la Forêt, m'ont fourni des résultats identiques. La seule différence que je signalerai, différence dont la température des milieux est certainement la cause principale, c'est que, chez les huîtres bretonnes, les pontes ont commencé de quinze à vingt jours plus tard que chez les huîtres venues d'Arcachon.

» La conclusion à tirer des faits que je viens d'exposer est que la plupart des huîtres, pour ne pas dire toutes, se propagent dès la première année, bien avant, par conséquent, qu'elles aient atteint la taille qui les rend marchandes. Parmi ces mères précoces, il en est dont la coquille, dans son diamètre transversal, mesure à peine 25 millimètres; j'en conserve plusieurs de ce module.

» Il en résulte aussi que la conservation, la prospérité d'un parc reproducteur d'une huîtrière naturelle ne dépendent pas absolument de la présence de grosses huîtres, puisque les jeunes d'un an, se reproduisant comme elles, pourraient, au besoin, suffire à leur repeuplement.

» A la vérité, des sujets de cet âge ne sauraient avoir d'abondants produits, car la quantité d'œufs que pond une huître est généralement en rapport avec sa taille. Des individus arrivés à la fin de leur première année, et dont les dimensions étaient de 35 millimètres en moyenne, m'ont fourni à peine 1 centimètre cube d'œufs, pendant que des individus de trois à quatre ans m'en donnaient de 4 à 5 centimètres cubes et au delà; mais, quoique moins abondant, le naissain que produisent les jeunes huîtres suffirait, je le répète, pour assurer l'ensemencement d'un parc reproducteur.

» D'ailleurs, je ne serais pas éloigné de penser que beaucoup d'huîtres, principalement les jeunes, se propagent une deuxième fois dans la saison, lorsque les conditions sont favorables. J'en ai fréquemment rencontré chez lesquelles une nouvelle production de corpuscules spermatiques avait lieu, pendant que le naissain d'une première ponte était encore en incubation; et parmi celles que l'état des organes génitaux signale comme s'en étant

déjà débarrassées, j'ai également constaté un travail de cette nature, travail qui précède toujours, comme je viens de le dire, une prochaine formation d'œufs. Mais ces faits ne sont pas encore la démonstration de la double ponte annuelle des huîtres; ils n'établissent qu'une présomption en faveur de l'opinion que j'émets et demandent de nouvelles études pour l'affirmer.

» Mes observations établissent aussi, avec quelque certitude, que les pontes n'ont pas lieu tous les jours, mais à des temps assez éloignés les uns des autres, et qui correspondent peut-être à des phases lunaires. Toujours est-il que, quel que soit le nombre d'huîtres laiteuses que l'on ouvre, même à l'époque la plus active de la reproduction, on n'a jamais à la fois, sous les yeux, toutes les phases embryonnaires par lesquelles passe l'espèce, depuis la segmentation jusqu'au développement complet. Entre les diverses formes que l'on obtient, on constate toujours des lacunes parfois considérables, et ces lacunes sont la preuve incontestable de la périodicité des pontes. »

PHYSIOLOGIE. — *Réponse à une Note précédente de M.* Arm. Gautier, *relative au rôle de l'acide carbonique dans la coagulation du sang;* par MM. **E. Mathieu** et **V. Urbain**. (Extrait.)

« Dans une Communication récente (1), M. A. Gautier a présenté de nouvelles objections au sujet du rôle que joue l'acide carbonique dans la coagulation spontanée du sang. La principale est ainsi formulée :

« Si l'acide carbonique qui sort du globule rouge après l'extravasation du sang était la cause de la coagulation, celle-ci devrait être empêchée si l'on prive le sang de globules et le plasma d'acide carbonique. »

» Le fait est incontestable; toute la question est de savoir si la manière d'opérer de M. Gautier satisfait aux conditions qu'il indique.

» Du sang, mélangé, à la sortie des vaisseaux, avec du sel marin, du sulfate de soude ou d'autres sels alcalins, ou même maintenu dans le voisinage de zéro, se coagule assez lentement pour permettre la précipitation des globules et donner un plasma incolore. Celui-ci renferme de l'acide carbonique, qu'il est indispensable d'enlever si l'on veut empêcher sa coagulation. A cet égard, voici comment s'exprime M. Gautier :

« J'ai remarqué que le plasma salé peut être entièrement desséché dans le vide, pulvérisé et desséché de nouveau, sans perdre la faculté de se coaguler spontanément dès qu'on

(1) *Comptes rendus*, séance du 15 novembre 1875.

le redissout dans l'eau pure. *Il est bien évident que, de même que l'albumine d'œuf, le plasma perd son acide carbonique dans le vide sec*, celui qui était dissous et celui aussi qui était faiblement uni aux phosphates alcalins. L'acide carbonique *n'existe donc plus* dans la solution aqueuse du plasma préalablement desséché, et, puisqu'elle se coagule spontanément, on ne saurait, je crois, penser que le gaz acide ait provoqué ce phénomène. »

» Ainsi M. Gautier admet comme évident qu'en desséchant du plasma dans le vide, on le prive de tout son acide carbonique. C'est là le point essentiel, et, à notre avis, le point faible de son argumentation, qu'il s'agisse d'une liqueur plasmatique ou albumineuse, car la dessiccation dans le vide de l'une ou l'autre liqueur, *non diluée*, est incapable de lui enlever l'acide carbonique qu'elle renferme. Partant, la conclusion que l'auteur croit pouvoir tirer de son expérience ne nous paraît point démontrée.

» M. Gautier ajoute : « Ce plasma sec peut être chauffé à 100 degrés, « *température qui décompose jusqu'aux bicarbonates*, sans perdre la propriété « de donner des flocons de fibrine lorsqu'on le reprend par l'eau. » Mais cette affirmation nous paraît également contestable; nous avons toujours constaté que les bicarbonates *secs* résistaient parfaitement à une température de 100 degrés.

» L'expérience de M. Gautier paraît devoir être interprétée de la façon suivante. Le plasma desséché dans le vide, sans dilution, ne se coagule pas, parce que son acide carbonique reste combiné aux sels alcalins renfermés dans la substance albuminoïde; mais la coagulation se produit lorsque cette combinaison est détruite par l'addition d'une quantité d'eau suffisante pour mettre en liberté l'acide carbonique qui s'y trouve.

» La seconde objection de M. Gautier est celle-ci : En faisant passer un courant d'acide carbonique dans du plasma sanguin, salé à 5 pour 100 et maintenu à 8 degrés, il n'y a pas coagulation; cependant la quantité de gaz acide, susceptible de se dissoudre dans de telles conditions, est supérieure à celle qui est nécessaire pour coaguler un poids de fibrine, en rapport avec la proportion de plasma employé.

» On observe d'abord que l'expérience est faite à 8 degrés, c'est-à-dire à une température qui s'oppose à la coagulation du sang, ou du moins la retarde considérablement, sans addition d'aucun sel. Il n'y a donc pas lieu de s'étonner de l'absence de coagulum, du moment qu'une basse température, à elle seule, est capable d'amener ce résultat. Enfin nous rappellerons les expériences citées dans une Note précédente (*Comptes rendus*, t. LXXXI, p. 372), qui montrent qu'une solution de globuline ou même de l'eau de chaux ne sont plus précipitées par l'acide carbonique lorsqu'on

les a additionnées d'une proportion convenable de chlorure de sodium. Or, de la non-précipitation de ces liqueurs dans ces conditions, M. Gautier conclurait-il que l'acide carbonique ne joue aucun rôle dans la formation des précipités que détermine ce gaz, au sein des mêmes solutions privées de sel marin? »

PHYSIQUE. — *Description du diplomètre.* Note de M. LANDOLF, présentée par M. Becquerel. (Extrait.)

« Le *diplomètre* sert à mesurer le diamètre d'un objet, à distance et indépendamment de ses mouvements. Voici le principe de cet instrument :

» J'ai coupé en deux, suivant une section principale, un verre prismatique, et j'ai superposé les deux moitiés en sens contraire par leurs surfaces de section. En regardant à travers la ligne de contact de cette combinaison de prismes, on voit double, parce que les prismes font dévier les rayons lumineux en sens opposé. La distance x entre les deux images d'un objet est proportionnelle à la distance d qui sépare celui-ci des prismes : elle est égale au double produit de la distance d par la tangente de l'angle de déviation δ de l'un des prismes : $x = 2d \operatorname{tang} \delta$.

» Lorsque les deux images d'un objet se touchent par leurs bords opposés, le dédoublement produit par les prismes est égal au diamètre de l'objet, puisque, pour occuper cette position, l'une des images a dû être déplacée de sa moitié à droite, l'autre de sa moitié à gauche.

» La combinaison des prismes est mobile sur une tige graduée. La graduation, dont le point zéro se trouve au niveau d'une tablette, indique, pour chaque distance des prismes, le dédoublement qu'ils produisent. La graduation a été faite empiriquement, à l'aide d'une règle divisée en millimètres et demi-millimètres, que j'ai placée au plan du point zéro.

» Pour notre diplomètre, 1 millimètre de diamètre de l'objet correspond à une excursion des prismes de 42 millimètres. Il est donc facile de mesurer avec une exactitude d'un dixième de millimètre.

» Il est évident que les mouvements de l'objet n'ont pas d'influence sur l'exactitude de la mesure, parce que les deux images suivent ces mouvements. En effet, on mesure, pour ainsi dire, l'objet avec lui-même et l'on voit toujours à la fois les deux extrémités du diamètre. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur l'origine et le mode de génération des tourbillons atmosphériques, et sur l'unité de direction de leur mouvement gyratoire.* Note de M. **Cousté**, présentée par M. Ch. Sainte-Claire Deville.

« On sait combien il importe de pouvoir indiquer la marche probable d'un ouragan, d'un cyclone, d'un typhon dans les régions intertropicales, d'une bourrasque, d'une dépression, d'un tornado, etc., dans les pays tempérés et septentrionaux; tous météores qui dépendent essentiellement de mouvements tourbillonnaires dans l'atmosphère, et dont la baisse barométrique annonce avec certitude l'approche, souvent quelques jours à l'avance. On sait encore combien il serait désirable de pouvoir ou confirmer purement et simplement, ou rectifier, s'il y a lieu, la célèbre *Loi des tempêtes* de Reid, Redfield et Piddington, loi appliquée jusqu'à présent avec des résultats fort divers, et qui se trouve ébranlée aujourd'hui, malgré la Notice (1) de M. Faye, par la critique de plusieurs météorologistes, et notamment de M. Meldrum.

» Le seul moyen sûr pour arriver à résoudre ces grands problèmes, si tant est qu'on le puisse, c'est, selon moi, une théorie exacte des tourbillons atmosphériques. Or cette théorie sera nécessairement fondée sur la connaissance de l'origine et du mode de génération de ces tourbillons. En outre, elle devra fournir le moyen de déterminer, dans chaque cas particulier, le sens dans lequel s'effectue le mouvement gyratoire, deux points d'une importance capitale.

» A part le peu que j'en ai dit dans mon Mémoire du 14 décembre 1874, ces deux points n'ont pas encore été étudiés, que je sache. Je me propose, dans cette Note, de les traiter spécialement, ce qui complétera la théorie dont je viens d'indiquer l'importamce.

» Je détermine la cause physique du mouvement gyratoire, et la manière dont elle s'exerce pour la génération de ce mouvement; et je fais voir que l'un des effets de cette cause, c'est une gyration dans une direction constante de l'*ouest à l'est en passant par le sud,* c'est-à-dire en sens contraire du mouvement apparent du Soleil (ou en sens contraire des aiguilles d'une montre sur l'*hémisphère boréal;* et dans le *même sens* que les aiguilles d'une montre sur l'*hémisphère austral*).

» Je démontre que, quoique la gyration dans un sens contraire ne soit pas impossible théoriquement, eu égard au mode de génération des tour-

(1) Faye, *Défense de la loi des tempêtes* (*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1875).

billons, en fait et pratiquement, elle s'est toujours produite suivant la loi ci-dessus indiquée, dans les nombreux météores qui ont été observés; d'où l'on pourrait conclure, dans la pratique, et spécialement dans les pronostics auxquels j'ai fait allusion en commençant, que la loi est générale et ne souffre pas d'exception.

» Je prouve, en outre :

» 1° Que la fixité du sens gyratoire est la conséquence du mouvement de rotation de la Terre sur son axe, et de l'action calorifique du Soleil;

» 2° Que les tourbillons sont engendrés par cette action calorifique, exercée, soit sur l'eau globulaire des nuages, soit sur la vapeur d'eau qui s'est formée dans l'atmosphère et s'y meut en courants ascendants, après y avoir séjourné quelque temps au repos, à l'état d'équilibre instable;

» 3° Que les tourbillons passent, au début, par un état embryonnaire, dans lequel la puissance génératrice leur a communiqué, à l'état rudimentaire, les deux systèmes de forces (le système parallèle et le système perpendiculaire à l'axe), dont ils ont essentiellement besoin;

» 4° Que, une fois mis dans les conditions du développement, par l'action nourricière du nuage qui leur fournit l'eau à l'état de globules, ils se développent d'eux-mêmes; les deux systèmes de forces augmentant d'intensité, en même temps, par l'effet d'une relation qui les lie l'un à l'autre, savoir : le système vertical, en vertu du tirage dû à la vaporisation qui se fait autour de la colonne du tourbillon et à l'échauffement de l'air dans ladite colonne; le système horizontal, en vertu de ce même tirage, qui accroît la vitesse des filets d'air affluant de tous les points de l'horizon dans l'embouchure de la colonne;

» 5° Que les tourbillons atmosphériques à axe vertical sont nécessairement *ascendants*, et qu'il ne peut pas en exister qui soient *descendants;*

» 6° Que, en définitive, tout le mécanisme des tourbillons atmosphériques dérive de deux causes déterminantes, la pesanteur et la chaleur, celle-ci mettant en jeu celle-là : le poids de l'air chasse *verticalement* de bas en haut la vapeur d'eau, moins dense que lui, et que la chaleur a produite; le poids de l'air, encore, fait que ce gaz se précipite (en direction *horizontale*, ou au moins *inclinée*), dans le vide que la vapeur tend à laisser derrière elle en s'élevant. »

M. Sacc transmet à l'Académie quelques documents recueillis par lui, au Texas, sur le traitement employé contre la morsure des Crotales, et sur la conservation de l'irritabilité musculaire chez la Tortue de mer, après la mort.

L'auteur dit avoir été témoin de la guérison d'un jeune homme de seize ans, mordu à la cheville droite par un *Crotalus horridus*, qu'on nomme, dans le pays, *Copperhead*. L'enflure ayant déjà gagné la hanche, on appliqua sur la plaie un onguent formé avec des oignons broyés et du sel en poudre fine; on fit ensuite avaler au blessé un verre de whisky. Après quelques heures de sommeil, on put constater que la plaie était profonde, mais l'enflure avait disparu, excepté autour de la morsure. Ce traitement est celui qu'on emploie d'ordinaire; il est toujours efficace (1). M. Sacc dit avoir fait usage lui-même, avec succès, en 1852, du sel marin délayé dans un peu d'eau, pour faire disparaître, en très-peu d'instants, l'enflure de la langue déterminée par la piqûre d'une guêpe.

Le second fait signalé par l'auteur est relatif à la conservation de l'irritabilité des masses musculaires de la Tortue de mer. L'animal ayant été complétement dépecé, le contact d'une masse musculaire avec un plateau de cuivre détermine des contractions qui l'en font sortir. Une heure après, le contact de l'acétate de soude en poudre produit encore des soubresauts capables de projeter le sel à distance.

M. Chapelas adresse le tableau des observations d'étoiles filantes faites par lui pendant le mois de janvier 1876.

La séance est levée à 3 heures trois quarts. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 14 février 1876.

Cours de Physique pour la classe de Mathématiques spéciales; par E. Fernet; 2e fascicule, pages 253 à fin. Paris, G. Masson, 1876; in-8°.

Recherches sur l'Anatomie pathologique et la nature de la paralysie générale; par les Drs H. Bonnet et Poincarré : *Lésions du grand sympathique,*

(1) L'Académie, tout en donnant la publicité à l'observation de M. Sacc, entend lui laisser toute la responsabilité du fait qu'il signale.

troubles vaso-moteurs; 2[e] édition. Paris, G. Masson, 1876; in-4°. (Renvoi au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1876.)

DOUAY-LESENS. *Conservation en silos du vin, de la bière et du cidre.* Valenciennes, imp. Giard et Seulin, 1876; br. in-8°.

Schriften der Universität zu Kiel aus dem Jahre 1874; Band XXI. Kiel, 1875; in-4°.

Schriften der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg; vierzehnter Jahrgang, 1873-1874, erste-zweite Abtheilung. Königsberg, 1874; 4 liv. in-4°.

Meteorologische Beobachtungen angestellt in Dorpat im Jahre 1869, *redigirt und bearbeitet von* D[r] A. VON OETTINGEN; dritter Jahrgang. Dorpat, Druck von H. Laakmann, 1870; br. in-8°.

Atti dell' Accademia pontificia de' Nuovi Lincei, compilati dal Segretario; anno XXIX, sessione I[a] del 19 dicembre 1875. Roma, tip. delle Scienze matematiche e fisiche, 1876; in-4°.

Atti della reale Accademia di Archeologia, Lettere e belle Arti, 1872-1873. Napoli, stamperia della regia Universita, 1874; in-4°.

Az emberi koponyaisme Cranioscopa; XII : *Szamtablaval es ket Keptablaval, irta* LENHOSSEK JOZSEF. Budapest, 1875; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 7 février 1876.)

Page 378, lignes 29 et 34, *au lieu de* 92 degrés, *lisez* 93 degrés.

» ligne 30, *au lieu de* $CH^3 - CHBr - CH^2Cl$ bouillant vers 110 degrés, et dont la production..., *lisez* $CH^3 - CH^2 - CClBr$ bouillant vers 110 degrés, que j'ai déjà signalé, et dont la production....

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 FÉVRIER 1876.

PRÉSIDENCE DE M. LE VICE-AMIRAL PÂRIS.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Ad. Brongniart*, doyen de la Section de Botanique.

Les obsèques ont eu lieu aujourd'hui même, 21 février. M. Brongniart appartenait à l'Académie depuis l'année 1834.

ASTRONOMIE. — *Observations méridiennes des petites planètes, faites à l'Observatoire de Greenwich (transmises par l'Astronome royal, M.* G.-B. Airy), *et à l'Observatoire de Paris, pendant le quatrième trimestre de l'année* 1875. Communication de M. **Le Verrier.**

Dates. 1875.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphéméride.	Distance polaire.	Correction de l'éphéméride.	Lieu de l'observation.
			(9) Métis.			
	h m s	h m s	s	° ′ ″	″	
Oct. 2	11.16.53	23.52.32,98	— 2,75	100.47.17,5	+ 16,3	Greenwich.
5	11. 2.26	23.49.53,76	— 2,62	100.56.10,8	+ 16,3	Greenwich.
6	10.57.39	23.49. 2,36	— 2,63	100.58.40,2	+ 13,0	Greenwich.
11	10.33.59	23.45. 1,68	— 2,79	101. 8. 6,3	+ 12,1	Greenwich.

Dates. 1875.		Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphéméride.	Distance polaire.	Correction de l'éphéméride.	Lieu de l'observation.
				(60) Écho.			
		h m s	h m s	s	° ′ ″	″	
Oct.	2	12.14.21	0.50.10,82	+ 1,82	84.35.16,1	— 8,8	Greenwich.
	5	11.59.53	0.47.30,00	+ 1,84	84.58.22,4	— 9,2	Greenwich.
	6	11.55. 3	0.46.36,09	+ 1,95	85. 6. 7,3	— 10,8	Greenwich.
	23	10.24.29	0.32. 8,94	+ 1,68	87.13. 4,9	— 16,4	Paris.
				(12) Victoria.			
Oct.	5	11.17.14	0. 4.44,17	—11,41	76.37.43,3	+ 60,0	Greenwich.
	6	11.12.34	0. 3.59,46	—11,26	76.48.57,5	+ 62,0	Greenwich.
	11	10.49.28	0. 0.32,87	—10,92	77.45.15,1	+ 60,6	Greenwich.
	21	9.55.45	23.55.27,58		79.33. 1,7		Paris.
	23	9.47.12	23.54.46,24		79.53.16,0		Paris.
				(136) Austria ([a]).			
Oct.	5	10.16.45	23. 4. 4,88		93.18.48,8		Greenwich.
				(75) Eurydice.			
Oct.	6	10.48. 4	23.39.25,61	+ 0,92	91.21.54,1	— 9,4	Greenwich.
	11	10.25.43	23.36.44,30	+ 0,63	91.17. 0,5	— 5,9	Greenwich.
				(115) Thyra.			
Oct.	21	10.41.19	0.41. 8,70	—30,10	60.52.25,8	+232,1	Paris.
	23	10.31.38	0.39.19,17	—29,98	61. 2.47,0	+233,7	Paris.
	25	10.22. 3	0.37.35,66	—29,74	61.14. 7,4	+231,1	Paris.
				(13) Égérie.			
Nov.	13	11.54.24	3.25. 6,77	+ 0,66	66. 8.40,4	— 10,6	Paris.
	15	11.44. 6	3.22.40,17	+ 0,69	66. 2.12,4	— 9,5	Paris.
	22	11. 8. 3	3.14. 7,29	+ 0,68	65.42.25,5	— 11,1	Paris.
	29	10.41.44	3. 5.58,51	+ 0,58	65.26.42,9	— 8,3	Greenwich.
				(97) Clotho.			
Nov.	13	11.50.42	3.21.24,03	+ 7,83	93.36. 2,7	— 23,9	Paris.
	15	11.41.20	3.19.53,12	+ 7,60	93.48. 2,7	— 26,0	Paris.
	22	11. 8.39	3.14.43,52	+ 7,76	94.14.47,2	— 20,7	Paris.
				(111) Ate.			
Nov.	13	11.25.15	2.55.53,03	+ 3,36	64.48. 4,2	+ 11,4	Paris.
	15	11.15.25	2.53.54,32	+ 3,40	64.57.48,5	+ 11,4	Paris.
	22	10.41.18	2.47.17,25	+ 3,60	65.34.30,0	+ 9,2	Paris.
				(32) Pomone.			
Nov.	15	11.59.41	3.38.17,60	— 0,43	72.43.53,3	— 0,1	Paris.
	22	11.25.33	3.31.40,36	— 0,41			Paris.

([a]) On n'a pu s'assurer si l'astre observé était bien la planète.

Dates. 1875.		Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphéméride.	Distance polaire.	Correction de l'éphéméride.	Lieu de l'observation.
				(98) IANTHE.			
		h m s	h m s		° ′ ″	″	
Nov.	15	11. 6.			52.11.55,5	+ 35,2	Paris.
	22	10.30.19	2.36.16,68	— 8,67	52.29.24,1	+ 34,0	Paris.
				(21) LUTÉTIA.			
Déc.	17	10.38.36	4.23. 9,07	— 3,25	68.55.49,8	+ 6,1	Paris.
	18	10.33.45	4.22.13,84	— 3,19	68.56.36,1	+ 6,8	Paris.
	23	10. 9.51	4.17.58,35		68.59.54,5		Paris.
				(120) LACHÉSIS.			
Déc.	17	10. 1.43	3.46. 9,63	—12,23	60. 5.54,5	+ 53,2	Paris.
	18	9.57. 5	3.45.27,86	—12,24	60. 9.23,4	+ 50,6	Paris.
				(100) HÉCATE.			
Déc.	23	11.57.44	6. 6. 9,75	— 8,15	71.52.33,6	+ 5,8	Paris.

» Toutes les comparaisons se rapportent aux éphémérides du *Berliner Jahrbuch*.

» Les observations ont été faites, à Paris, par MM. Périgaud, Folain et Prosper Henry. »

GÉOMÉTRIE. — *Théorèmes relatifs au déplacement d'une figure plane dont deux points glissent sur deux courbes d'ordre et de classe quelconques;* par M. CHASLES.

« Le mouvement d'une figure plane sur son plan est déterminé par deux conditions. En traitant ce sujet dans une première Communication (*Comptes rendus* du 8 février 1875), j'ai considéré, relativement à ces deux conditions, cinq cas généraux, en me bornant alors à ces deux questions principales, la détermination de l'*ordre* de la courbe décrite par un point quelconque, et la *classe* de la courbe-enveloppe d'une droite. Mais on peut se proposer d'autres questions, auxquelles se prête le principe de correspondance; dont la plus importante est, sans doute, la détermination de l'*ordre* de la courbe, lieu des *centres instantanés de rotation* successifs. Ces questions impliquent presque toutes l'*ordre* et la *classe* des courbes auxquelles se rapportent les deux conditions du déplacement.

» Je vais considérer le premier des cinq cas généraux de la question, celui où le déplacement est produit par le glissement de deux points de la

figure sur deux courbes d'ordre et de classe quelconques; m, n pour la première, m_1, n_1 pour la seconde.

THÉORÈMES.

» I. *Lorsque deux points* a, a' *d'une droite glissent sur deux courbes* U_m, U_{m_1}, *le lieu des centres instantanés de rotation successifs est une courbe de l'ordre* $2(mm_1 + mn_1 + m_1n)$.

$$\begin{array}{lll|l} x, & (m+n)2m_1 & u & \\ u, & (m_1+n_1)2m & x & \end{array} \; 2(2mm_1 + mn_1 + m_1n).$$

C'est-à-dire : D'un point x de L on mène $m+n$ normales xa de U_m, et des pieds de ces normales on mène $(m+n)2m_1$ droites aa' de longueur prescrite, terminées à la courbe U_{m_1}; les normales de cette courbe aux points a' coupent L en $2(m+n)m_1$ points u. Pareillement à un point u correspondent $2(m_1+n_1)m$ points x. Donc $2m_1(m+n)+2m(m_1+n_1)$ coïncidences de x et u.

» Il y a $2mm_1$ solutions étrangères dues au point x de L situé à l'infini. Il reste $2(mm_1 + mn_1 + m_1n)$. Donc, etc.

» Toutes les questions qui vont suivre se rapportant au même mode de déplacement de la figure, je ne reproduirai pas dans chaque énoncé cette condition constante.

» II. *La perpendiculaire abaissée du centre instantané* ω *sur la droite* aa' *enveloppe une courbe de la classe* $2[2mm_1 + mn_1 + m_1n]$.

$$\begin{array}{lll|l} IX, & 2(mm_1 + mn_1 + m_1n) & IU & \\ IU, & 2mm_1 & IX & \end{array} \; 2[2mm_1 + mn_1 + m_1n].$$

» III. *Le lieu du pied de la perpendiculaire abaissée du centre instantané sur la droite* aa', *dans chacune de ses positions, est une courbe de l'ordre* $2(3mm_1 + mn_1 + m_1n)$.

$$\begin{array}{lll|l} x, & 4mm_1 & u & \\ u, & 2(2mm_1 + mn_1 + m_1n) & x & \end{array} \; 2(4mm_1 + mn_1 + m_1n).$$

Il y a $2mm_1$ solutions étrangères dues au point x de L situé sur la droite de l'infini. Il reste $2(3mm_1 + mn_1 + m_1n)$. Donc, etc.

» IV. CONSÉQUENCE. — Le pied de la perpendiculaire abaissée du centre instantané de rotation sur la droite aa' est le point où cette droite est tangente à sa courbe-enveloppe. Le théorème exprime donc que :

» *La courbe-enveloppe de la droite* aa' (courbe de la classe $4mm_1$) *est de l'ordre* $2(3mm_1 + mn_1 + m_1n)$.

» V. *La droite* ω a″, *menée du centre instantané à un point* a″ *de la droite* aa′, *enveloppe une courbe de la classe* 2 ($2mm_1 + mn_1 + m_1n$).

$$\begin{array}{lll|l} \text{IX}, & 2(mm_1 + mn_1 + m_1n) & \text{IU} & \\ \text{IU}, & 2mm_1 & \text{IX} & \end{array}. \text{ Donc, etc.}$$

» VI. Conséquence. — La droite $\omega a''$ est la normale à la courbe décrite par le point a''. On peut donc dire que : *D'un point* I *l'on mène* $4mm_1 + 2(mn_1 + m_1n)$ *normales à la courbe décrite par un point de* aa′.

» On conclut de là que : *La courbe décrite par un point* a″ *de la droite* aa′ (courbe d'ordre $2mm_1$) *est de la classe* $2(mm_1 + mn_1 + m_1n)$.

» VII. *Les tangentes aux deux points* a, a′ *des deux courbes* U_m, U_{m_1} *se coupent en un point* t, *dont le lieu est une courbe d'ordre* $2(mn_1 + m_1n)$.

$$\begin{array}{lll|l} x, & n2m_1 & u & \\ u, & n_12m & x & \end{array}\ 2mn_1 + 2mn_1. \text{ Donc, etc.}$$

» VIII. *Si l'on mène par le point* t *une parallèle à la droite* aa′, *cette parallèle enveloppe une courbe de la classe* $2(mn_1 + m_1n)$.

$$\begin{array}{lll|l} \text{IX}, & 2mn_1 + 2m_1n & \text{IU} & \\ \text{IU}, & 2mm_1 & \text{IX} & \end{array}\ 2mm_1 + 2mn_1 + 2m_1n.$$

» Il y a $2mm_1$ solutions étrangères dues aux droites IX qui passent par les $2mm_1$ point t appartenant aux tangentes des points a, a' des $2mm_1$ droites aa' coïncidentes avec la droite de l'infini. Il reste $2(mn_1 + m_1n)$.

» IX. *La perpendiculaire abaissée du point* t *sur la droite* aa′ *enveloppe une courbe de la classe* $2(mn_1 + m_1n)$.

$$\begin{array}{lll|l} \text{IX}, & 2(mn_1 + m_1n) & \text{IU} & \\ \text{IU}, & 2mm_1 & \text{IX} & \end{array}\ 2mm_1 + 2mn_1 + 2m_1n.$$

» Il y a $2mm_1$ solutions étrangères, les mêmes que dans le théorème précédent : il reste $2(mn_1 + m_1n)$. Donc, etc.

» X. *Les pieds des perpendiculaires abaissées des points* t *sur les droites* aa′ *sont sur une courbe de l'ordre* $2(mm_1 + mn_1 + m_1n)$.

$$\begin{array}{ll|l} x, & 4mm_1 & \\ u, & 2(mn_1 + m_1n) & \end{array}\ 4mm_1 + 2(mn_1 + m_1n).$$

» Il y a $2mm_1$ solutions étrangères dues au point x de L qui se trouve sur la droite de l'infini. Il reste $2(mm_1 + mn_1 + m_1n)$. Donc, etc.

» XI. *La tangente au point* a *de* U_m *rencontre la normale du point* a' *de* U_{m_1} *en un point dont le lieu est une courbe de l'ordre* $2(mm_1 + mn_1 + m_1n)$.

$$\begin{array}{lll|l} x, & n2m_1 & u & \\ u, & (m_1+n_1)2m & x & \end{array} \; 2(mm_1 + mn_1 + m_1 n).$$ Donc, etc.

» XII. *Si du point d'intersection de la tangente en* a *et de la normale en* a' *on abaisse une perpendiculaire sur la droite* aa', *ces perpendiculaires enveloppent une courbe de la classe* $2(2mm_1 + mn_1 + m_1n)$.

$$\begin{array}{lll|l} IX, & 2mm_1 & IU & \\ IU, & 2(mm_1+mn_1+m_1n) & IX & \end{array} \; 2(2mm_1 + mn_1 + m_1 n).$$

» XIII. *Les pieds des perpendiculaires sont sur une courbe de l'ordre* $2(3mm_1 + mn_1 + m_1n)$.

$$\begin{array}{lll|l} x, & 4mm_1 & u & \\ u, & 2(2mm_1+mn_1+m_1n) & x & \end{array} \; 2(4mm_1 + mn_1 + m_1 n).$$

» Il y a $2mm_1$ solutions étrangères dues au point x de L situé à l'infini. Il reste $2(3mm_1 + mn_1 + m_1n)$. Donc, etc.

» XIV. *Si de chaque point* a' *de* U_{m_1} *on abaisse une perpendiculaire sur la normale du point* a *de* U_{m}, *ces perpendiculaires enveloppent une courbe de la classe* $2m_1(m+n)$.

$$\begin{array}{lll|l} IX, & m_1 2m & IU & \\ IU, & n 2m_1 & IX & \end{array} \; 2m_1(m+n).$$

» XV. *Les pieds des perpendiculaires abaissées des points* a' *sur les normales des points* a *sont sur une courbe d'ordre* $2m_1(m+2n)$.

$$\begin{array}{lll|l} x, & (m+n)2m_1 & u & \\ u, & 2m_1(m+n) & x & \end{array} \; 4m_1(m+n).$$

» Il y a $2mm_1$ solutions étrangères dues au point x de L situé à l'infini. Il reste $2m_1(m+2n)$. Donc, etc.

» XVI. *Si de chaque point* a *de* U_m *on décrit un cercle de rayon* aa', *ce cercle rencontre la normale du point* a' *de* U_m *en un point* c *dont le lieu est une courbe de l'ordre* $4m(m_1+n_1)$.

$$\begin{array}{lll|l} x, & (m_1+n_1)2m2 & u & \\ u, & 2m.2m_1 & x & \end{array} \; 4m(2m_1 + n_1).$$

» Il y a $4mm_1$ solutions étrangères dues au point x de L situé sur la droite de l'infini. Il reste $4m(m_1+n_1)$. Donc, etc.

» XVII. *La droite* ac, *dans le théorème précédent, enveloppe une courbe de la classe* $4m(m_1 + n_1)$.

$$\begin{array}{lll|l} IX, & m\,2m_1 & IU & \\ IU, & 4m(m_1+n_1) & IX & 2m(3m_1+2n_1). \end{array}$$

» Il y a $2mm_1$ solutions étrangères dues aux m droites IX qui passent par les m points de U_m situés sur la droite de l'infini. Il reste $4m(m_1+n_1)$.

» XVIII. *Du point* a *de chaque droite* aa' *on décrit un cercle de rayon* aa', *qui coupe la tangente du point* a' *en un point dont le lieu est une courbe de l'ordre* $2m(m_1 + 2n_1)$.

$$\begin{array}{lll|l} x, & n_1\,2m\,2 & u & \\ u, & 2m\,.\,2m_1 & x & 4m(m_1+n_1). \end{array}$$

» Il y a $2mm_1$ solutions étrangères dues aux m_1 points x de L situés sur U_{m_1}. Il reste $2m(m_1+n_1)$.

» XIX. *La droite menée du point* a *au point où le cercle de rayon* aa' *coupe la tangente du point* a' *enveloppe une courbe de la classe* $4m(m_1 + n_1)$.

$$\begin{array}{lll|l} IX, & m\,2m_1 & IU & \\ IU, & 2m(m_1+2n_1) & IX & 4m(m_1+n_1). \end{array}$$ Donc, etc.

» Les théorèmes qui viennent d'être démontrés dérivent des deux seules courbes U_m, U_{m_1} qui servent à déterminer le mouvement de la figure; mais on peut introduire une ou plusieurs autres courbes qui donneront lieu à beaucoup d'autres questions. En voici quelques exemples :

» XX. *Les droites menées de chaque centre instantané de rotation aux points où la droite* aa', *relative à ce centre, rencontre une courbe* U_{m_2}, *enveloppent une courbe de la classe* $2m_2(3mm_1 + mn_1 + m_1n)$.

$$\begin{array}{lll|l} IX, & 2(mm_1+mn_1+m_1n)m_2 & IU & \\ IU, & m_2\,4mm_1 & IX & . \end{array}$$ Donc, etc.

» XXI. *Si du centre instantané de rotation relatif à une droite* aa' *on mène les tangentes d'une courbe* $U^{n'}$, *les points où ces tangentes rencontrent la tangente du point* a' *ont pour lieu une courbe de l'ordre* $2n'(mm_1 + 2mn_1 + m_1n)$.

$$\begin{array}{lll|l} x, & n'2(mm_1+mn_1+m_1n) & u & \\ u, & n_1\,2mn' & x & . \end{array}$$ Donc, etc.

» XXII. *Les tangentes d'une courbe* $U^{n'}$, *perpendiculaires aux droites* aa',

rencontrent les normales des points a′ *en des points dont le lieu est une courbe d'ordre* $2mn'(2m_1+n_1)$.

$$\begin{array}{lll|l} x, & n'2mm_1 & u & \\ u, & (m_1+n_1)2mn' & x & \end{array}\; 2mn'(2m_1+n_1).$$ Donc, etc.

» XXIII. *La normale du point* a′ *de chaque droite* aa′ *rencontre une courbe* U_{m_2} *en* m_2 *points: les droites menées du point* a *à ces points enveloppent une courbe de la classe* $2mm_2(2m_1+n_1)$.

$$\begin{array}{lll|l} IX, & m_2(m_1+n_1)2m & IU & \\ IU, & m\,2m_1m_2 & IX & \end{array}\; 2mm_2(2m_1+n_1).$$ Donc, etc.

» XXIV. *De chaque point* a *on mène les tangentes d'une courbe* $U^{n'}$, *et du point* a′ *les normales d'une courbe* $U^{n''}$: *ces normales rencontrent les tangentes en des points situés sur une courbe de l'ordre* $4mm_1n'(m''+n'')$.

$$\begin{array}{lll|l} x, & n'm2m_1(m''+n'') & u & \\ u, & (m''+n'')m_12mn' & x & \end{array}\; 4mm_1n'(m''+n'').$$ Donc, etc.

» XXV. *De chaque point* a *de* U_m *on mène les tangentes d'une courbe* $U^{n'}$, *lesquelles rencontrent la courbe* U_{m_1} *en des points* a_1 : *les droites menées de ces points* a_1 *aux* 2m *points* a′ *de* U_{m_1} *enveloppent une courbe de la classe* $4mm_1(m_1-1)n'$.

$$\begin{array}{lll|l} IX, & m_1n'm2m_1 & IU & \\ IU, & m_12mn'm_1 & IX & \end{array}\; 4mm_1^2n'.$$

» Il y a $4mm_1n'$ solutions étrangères dues aux $4mm_1n'$ droites aa' qui sont tangentes à la courbe $U^{n'}$; car pour chacune de ces tangentes a' coïncide avec a_1, et par conséquent IU avec IX. Il reste $4mm_1n'(m_1-1)$.

» XXVI. *De chaque centre instantané de rotation on mène les tangentes d'une courbe* $U^{n'}$, *et des points* a *de* U_m *on mène les normales d'une courbe* U_{m_2} : *ces normales rencontrent les tangentes en des points dont le lieu est une courbe de l'ordre* $2n'(m_2+n_2)(2mm_1+mn_1+m_1n)$.

$$\begin{array}{lll|l} x, & n'2(mm_1+mn_1+m_1n)(m_2+n_2 & u & \\ u, & (m_2+n_2)m2m_1n' & x & \end{array}\; .$$ Donc, etc.

» Chacun des sept derniers théorèmes, XX-XXVI, donne lieu à un théorème réciproque qui s'en déduit immédiatement, et qui se démontre aussi directement. Voici les énoncés de ces théorèmes :

» XXVII. *Chaque tangente de* $U^{n'}$ *passe par* $2(mm_1+mn_1+m_1n)$ *centres instantanés de rotation : les droites* aa′ *auxquelles ces centres instantanés se rap-*

portent rencontrent la tangente en des points dont le lieu est une courbe de l'ordre $2n'(3mm_1 + mn_1 + m_1n)$ [XX].

» XXVIII. *De chaque point* c *d'une courbe* U_p *on mène les tangentes* ca' *de* U_{m_1}, *et des droites aux* 2m *centres instantanés de rotation appartenant à chacun des points de contact* a' : *ces droites enveloppent une courbe de la classe* $2p(mm_1 + 2mn_1 + m_1n)$ [XXI].

» XXIX. *De chaque point* c *d'une courbe* U_p *on mène les normales* ca' *de* U_{m_1}, *puis des perpendiculaires aux droites* a'a : *ces perpendiculaires enveloppent une courbe de la classe* $2mp(2m_1 + n_1)$ [XXII].

» XXX. *Si de chaque point* a *de* U_m *on mène les tangentes d'une courbe* $U^{n'}$, *ces tangentes rencontrent la normale du point* a' *de* U_{m_1} *sur une courbe d'ordre* $2mn'(2m_1 + n_1)$ [XXIII].

» XXXI. *De chaque point* c *d'une courbe* U_p *on mène les normales d'une courbe* U_m, *qui rencontrent* U_{m_1} *en des points* a', *puis les droites* ca' : *ces droites enveloppent une courbe de la classe* $4mm_1p(m_2 + n_2)$ [XXIV].

» XXXII. *De chaque point* a' *de* U_{m_1} *on mène les tangentes d'une courbe* $U^{n'}$, *et des* $n'(m_1 - 1)$ *points où ces tangentes rencontrent* U_{m_1} *on mène des droites aux* 2m *points* a *de* U_m : *ces droites enveloppent une courbe de la classe* $4mm_1n'(m_1 - 1)$ [XXV].

» XXXIII. *De chaque point* c *d'une courbe* U_p *on mène les normales d'une courbe* U_{m_2}, *qui coupent* U_m *en des points* a : *les droites menées du même point* c *aux centres instantanés relatifs aux points* a *enveloppent une courbe de la classe* $2p(m_2 + n_2)(2mm_1 + mn_1 + m_1n)$ [XXVI]. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Remarques au sujet des lois des tempêtes;* par M. FAYE.

Dans une intéressante Note de M. Cousté, présentée par notre savant confrère M. Ch. Deville et insérée aux derniers *Comptes rendus* je lis que la loi des tempêtes se trouve ébranlée aujourd'hui par les objections de plusieurs météorologistes et notamment de M. Meldrum, malgré la Notice que M. Faye a publiée, sur ce sujet, dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1875. Je désire faire à ce sujet les remarques suivantes :

» D'abord cette Notice ne touche qu'en passant aux arguments de M. Meldrum. Son hypothèse est d'une élasticité pour ainsi dire indéfinie; car, quand on assigne aux cyclones un mécanisme d'aspiration centripète et qu'on assimile les trajectoires de l'air affluant à des spirales, on a le choix entre les arcs presque rectilignes de M. Espy, les arcs embrassant un quart

de tour de M. Mohn et les spirales faisant plusieurs fois le tour du centre de M. Meldrum. Malgré cela, disais-je dans cette Notice, l'hypothèse est incapable de représenter les faits; pour le prouver je me suis borné à faire graver et à mettre sous les yeux du lecteur un des deux diagrammes de M. Meldrum.

» Ce n'est pas évidemment dans une Notice de ce genre que je pouvais discuter pied à pied les arguments tout techniques de M. Meldrum; j'en ai fait l'objet d'une Communication séparée à l'Académie (1), à cause de la grande publicité qui a été donnée en France à la brochure du savant directeur de l'Observatoire anglais de l'île Maurice. Dans cet article, dont je me permettrai de recommander instamment l'examen à nos marins, j'ai montré que les difficultés signalées par M. Meldrum proviennent uniquement de ce qu'on a négligé de considérer, dans les régions des alizés, l'influence que ces vents réglés peuvent exercer sur les cyclones dans la portion de leur circonférence qui s'y trouve exposée. C'est ainsi que je suis parvenu à expliquer ce fait singulier, signalé par les navigateurs de la Mer des Indes (région australe), qu'à l'avant d'un cyclone les alizés soufflent souvent en tempête, et cet autre fait, dont M. Meldrum nous offre deux exemples curieux, qu'à l'arrière d'un cyclone (loin du centre bien entendu et dans une région très-restreinte) le vent cyclonique disparaît parfois et laisse place à un mouvement presque centripète. Ce sont là des phénomènes accessoires qui, au premier coup d'œil, paraissent effectivement contraires aux lois des cyclones, mais qui au fond en donnent une confirmation complète lorsqu'on embrasse le phénomène dans ses rapports avec la région spéciale où M. Meldrum est placé.

» Je ne me suis pas borné à discuter les faits recueillis par l'observateur anglais; je me suis efforcé aussi de remonter jusqu'à la partie mathématique de la théorie centripète où il puise ses inspirations. Dans une deuxième Note présentée à l'Académie (2), je discute le théorème météorologique de M. Espy, et je fais voir qu'il est inadmissible, sauf en un point très-particulier et tout à fait en dehors de la question pendante.

» Enfin on attribuait à ce système de Météorologie la propriété exclusive d'expliquer les grandes averses qui accompagnent les cyclones; on a répété

---

(1) Voir *Comptes rendus*, 1875, t. LXXXI, p. 84, l'article intitulé : *Les désastres de l'ouragan de* 1860, *près de la Réunion, sont-ils imputables aux lois cycloniques?*

(2) *Comptes rendus*, 1875, t. LXXXI, p. 109. *Sur le théorème météorologique de M. Espy.*

plusieurs fois devant l'Académie que ma théorie était incapable d'en rendre compte. J'ai montré, dans une troisième Note (1), que ma théorie rend compte non-seulement de ces averses, mais encore du phénomène concomitant de la grêle qui avait été jusqu'ici la pierre d'achoppement de la Météorologie. L'Académie se rappellera que mes idées ont été aussitôt comfirmées par les témoignages concordants des observateurs qui ont pu pénétrer jusqu'aux foyers où s'élabore ce grand phénomène.

» Si l'on veut bien joindre à ces discussions théoriques l'étude des faits produits par les enquêtes officielles dont les trombes de Caen, de Vendôme, de Chalon, en France, et sur la trombe toute récente de Hallsberg, en Suède, ont été l'objet (2), on reconnaîtra sans doute que la question a marché depuis l'époque où je l'ai entamée, il y a deux ans, dans une discussion avec un savant professeur de l'Université de Strasbourg, ensuite dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* où je me suis attaché à présenter les lois des tempêtes, les règles de manœuvre adoptées par les marins instruits en face d'un cyclone, et les origines fort curieuses d'un préjugé qui a joué dans la Météorologie actuelle le même rôle que le dogme de l'immobilité de la Terre dans l'ancienne Astronomie.

» Ces derniers mots indiquent assez que je conçois en Météorologie une branche nouvelle, entièrement distincte de l'ancienne et capable de progresser, lorsque celle-ci est, depuis longtemps, condamnée à lutter contre l'évidence des faits. L'ancienne théorie place, *a priori*, l'origine des grands phénomènes atmosphériques dans les couches basses, au ras du sol, puis elle affirme que, de ce point de départ où règne d'ordinaire un calme complet, des actions mécaniques puissantes prennent naissance, puis montent, en se développant, jusqu'aux couches les plus élevées de notre atmosphère. Les grandes découvertes météorologiques de ce siècle ne lui doivent guère que des critiques sans portée. L'autre branche, la nouvelle, rapporte, au contraire, l'origine des mêmes phénomènes aux courants supérieurs de la région des cirrhus; elle montre, par l'étude des faits, que les actions mécaniques qui prennent naissance dans cette région où règne le mouvement, où la force se manifeste sur une échelle considérable, se propagent vers le bas jusque dans la région des nimbus et très-souvent jusqu'au sol lui-même. La première cherche la force dans une région où il

(1) *Comptes rendus*, 1875, t. LXXXI, p. 384. *Sur la formation de la grêle.*

(2) *Comptes rendus*, 1875, t. LXXX, p. 988, 1428 et 1558; et *Comptes rendus*, 1876, séance du 17 janvier, p. 179.

n'y en a pas; la seconde la cherche dans une région où évidemment elle se trouve. Lorsque ces discussions commencèrent, mes adversaires étaient en droit de m'objecter que j'étais seul de mon avis; mais il n'en est plus de même aujourd'hui, et la meilleure preuve que les idées nouvelles ont fait du chemin, c'est que des savants distingués qui tiennent encore pour les idées anciennes, tout en reconnaissant quelque valeur aux nouvelles, ont cherché un terrain de conciliation et proposé un système mixte où les mouvements verticaux de l'atmosphère seraient ascendants en bas et descendants par le haut; mais je ne sache pas que ce système ait été complétement développé jusqu'ici. C'est ainsi, toute proportion gardée entre les deux sciences, météorologique et astronomique, que le passage du système planétaire ancien au système moderne a été ménagé un instant par le système mixte de Tycho-Brahé.

» Je saisis cette occasion de faire remarquer que, dans ma Note sur la trombe de Hallsberg (1), je n'ai pas assez insisté sur ce que le phénomène observé par M. Lars Anderson, qui se trouvait à 20 mètres du début de la trombe, est radicalement inconciliable avec les théories de MM. Espy, Reye, Meldrum et Hildebrandsson, ainsi qu'avec le système mixte. Je cherche vainement, dans l'histoire des sciences, une occasion où le point faible d'une théorie aurait été plus nettement indiqué par l'observation. »

MINES. — *Sur le feu grisou;* par M. Faye.

« Le dernier coup de feu grisou qui a fait dernièrement tant de victimes à Saint-Étienne a attiré l'attention de tous les penseurs, sur les moyens de parer, à l'avenir, à de pareilles catastrophes. Il me semble démontré que la lampe de sir H. Davy, même avec le secours d'un aérage puissant, n'est pas la véritable solution du problème; peut-être même faut-il renoncer entièrement à ce moyen; qui avait d'abord fait concevoir tant d'espérances, et suivre une voie diamétralement opposée. Au lieu de chercher à supprimer toutes les causes d'inflammation, procédé dont l'impossibilité n'est que trop évidente et qui a pour résultat de permettre au gaz de s'accumuler de plus en plus jusqu'au moment où un accident vient y mettre le feu et provoquer une explosion épouvantable, je me demande s'il ne vaudrait pas mieux garnir le plafond des galeries les plus exposées de petites lampes à l'air libre, de 10 en 10, ou de 20 en 20 mètres, afin de brûler constamment le gaz à

(1) *Comptes rendus* du 17 janvier dernier.

mesure qu'il se présente en haut, dans les proportions inflammables, et de réduire les explosions ainsi localisées à des proportions insignifiantes.

» Je compare, en effet, une mine à une chambre où l'on jetterait de temps en temps des pelletées de poudre à canon. Si on laisse cette poudre s'accumuler, le moindre accident fera sauter l'édifice; si on la brûle au fur et à mesure qu'elle arrive, il n'y aura plus de catastrophe à redouter. Il me semble que ce moyen ne serait pas inefficace même dans les circonstances assez rares où le grisou s'échappe subitement et où la première explosion, nécessairement restreinte au lieu d'émission, y produirait quelques dégâts et éteindrait quelques lampes.

» Si je me hasarde à présenter cette suggestion, c'est qu'elle m'a paru être justifiée d'avance par l'ancienne pratique, qui consistait à envoyer dans les galeries un homme portant une torche au bout d'une longue perche, pour brûler le grisou avant d'y laisser pénétrer les mineurs. »

M. **Berthelot** fait observer que les gaz combustibles qui se dégagent de la houille dans les mines ne peuvent pas être brûlés au fur et à mesure, à la façon de pincées de poudre à canon; mais ils constituent avec l'air des galeries un mélange d'abord inexplosif. C'est seulement quand la proportion du gaz combustible, graduellement accumulé dans l'atmosphère, atteint une certaine limite, que le mélange acquiert la propriété de détoner.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le pouvoir rotatoire du styrolène;* par M. **Berthelot**.

« J'ai annoncé, il y a quelques années (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XII, p. 160), que le styrolène du styrax possède le pouvoir rotatoire (— 3°, teinte de passage). J'avais parlé, bien entendu, du carbure pur et non de l'huile brute. M. van't Hoff a contesté récemment la possibilité du fait, pour des motifs théoriques et d'après l'examen de produits extraits par une méthode qui lui est propre, produits qu'il n'a pas d'ailleurs réussi à purifier. J'ai répété mes expériences; j'ai préparé, par les procédés connus qui sont fort simples, une centaine de grammes du carbure pur, volatil à point fixe, 147 degrés. L'analyse, répétée exprès, coïncidait avec la formule $C^{16}H^{8}$. Le pouvoir rotatoire, rapporté à la lumière du sodium,

$$\alpha_D = -3°,1 \text{ (1}^{er}\text{ échantillon)} \ldots -3°,4 \text{ (2}^{e}\text{ échantillon)}.$$

Ces légères différences me semblent attribuables à la formation d'un peu

de styrolène inactif pendant les rectifications. Quoi qu'il en soit, le pouvoir rotatoire du styrolène est certain, et toute théorie incompatible avec cette propriété est par là même convaincue d'inexactitude. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Note sur l'invariabilité des grands axes des orbites des planètes;* par M. F. TISSERAND.

« Laplace a montré le premier, en 1773, que, dans la première approximation relative aux masses perturbatrices, les grands axes des orbites des planètes sont exempts des inégalités séculaires qui affectent les autres éléments; il avait obtenu cet important résultat en tenant compte seulement des premières et secondes puissances des excentricités et des inclinaisons. En 1776, Lagrange établit, d'un trait de plume, pour emprunter une expression de Jacobi, que le théorème a lieu quelque loin qu'on pousse l'approximation, relativement aux excentricités et aux inclinaisons. Dans un beau Mémoire publié en 1808, Poisson fit faire un pas de plus à la question; il montra que le théorème existe encore quand, dans la seconde approximation, on tient compte des secondes dimensions des forces perturbatrices. Sa démonstration se compose de deux parties : dans la première, qui est très-simple, il cherche la variation de la fonction perturbatrice provenant des variations des éléments de la planète troublée; il met cette variation sous la forme d'une somme de termes de la forme $P\int Q\,dt - Q\int P\,dt$, et montre sans peine que chacun de ces termes n'introduit dans le grand axe qu'une expression périodique. La seconde partie de la démonstration est plus complexe : c'est celle dans laquelle il faut tenir compte des variations des éléments de la planète perturbatrice; la complication vient de ce que les fonctions perturbatrices ne sont pas les mêmes pour les deux planètes; elles diffèrent par les termes en $\frac{xx'+yy'+zz'}{r^3}$ et $\frac{xx'+yy'+zz'}{r'^3}$. Si l'on pouvait arriver à avoir la même fonction perturbatrice dans les deux cas, la démonstration de Poisson se trouverait réduite à sa première partie, et serait des plus simples et des plus lumineuses. Le but de la présente Note est d'opérer cette simplification qui, je l'espère, ne sera pas dépourvue d'intérêt.

» Lagrange avait, peu de mois après la publication du travail de Poisson, présenté à l'Académie des Sciences un Mémoire sur le même sujet. Dans ce Mémoire, au lieu de rapporter les planètes au Soleil, ce qui est tout indiqué par les besoins de l'Astronomie, il les rapporte au centre

de gravité G du Soleil et des planètes; il étudie leur mouvement autour de ce point, et trouve que, dans ce cas, les fonctions perturbatrices sont les mêmes pour toutes les planètes; il peut donc démontrer en quelques lignes, par la considération d'expressions telles que $P\int Q\,dt - Q\int P\,dt$, que les grands axes des ellipses décrites par les planètes ne sont soumis à aucune inégalité séculaire du premier ou du second ordre relativement aux masses. Mais il faut revenir aux ellipses décrites par les planètes autour du Soleil; soit $2a$ et 2α les grands axes des ellipses décrites par une planète autour du centre de gravité G, et autour du Soleil comme foyer; Lagrange arrive à l'équation

$$(1)\qquad \frac{1}{2a} = \frac{1}{2\alpha} + \frac{d\varphi_1}{dt} + \varphi_2.$$

La fonction φ_2 est du second ordre relativement aux masses; on peut donc y remplacer les coordonnées des planètes par leurs valeurs résultant du mouvement elliptique; cela n'introduira aucun terme proportionnel au temps; à l'égard de la fonction φ_1, qui n'est que du premier ordre, il faut y faire varier les éléments en raison de la première approximation; il pourra bien se faire que cela introduise un terme proportionnel au temps; mais ce terme disparaîtra quand on en prendra la dérivée $\frac{d\varphi_1}{dt}$. Donc, la différence $\frac{1}{2a} - \frac{1}{2\alpha}$ ne contient pas de terme séculaire, même du second ordre; on sait déjà qu'il en est de même de $\frac{1}{2a}$; donc la même chose a lieu pour $\frac{1}{2\alpha}$. Telle est la méthode suivie par Lagrange; malheureusement l'expression (1) de la différence $\frac{1}{2a} - \frac{1}{2\alpha}$ est inexacte par suite de plusieurs fautes de calcul, comme l'a montré M. J.-A. Serret, dans la nouvelle édition des *OEuvres de Lagrange*, tome VI, et la démonstration se trouve réduite à néant.

» J'ai remarqué qu'il suffisait de rapprocher le Mémoire de Lagrange de certains passages du célèbre Mémoire de Jacobi sur l'élimination des nœuds dans le problème des trois corps, pour donner une démonstration très-simple et très-satisfaisante du théorème de Poisson. Les passages du Mémoire de Jacobi, auxquels je viens de faire allusion, ont été repris et développés par M. Radau (*Annales scientifiques de l'École Normale supérieure*, tome V).

» Il a montré dans ce travail que, si l'on rapporte la première planète au centre du Soleil, la deuxième au centre de gravité du Soleil et de la pre-

mière, la troisième au centre de gravité du Soleil et des deux premières, et ainsi de suite, les coordonnées relatives dépendent d'équations différentielles dans lesquelles la fonction perturbatrice est la même, tout comme dans le cas considéré par Lagrange. Nous pouvons donc alors montrer que le grand axe $2a$ de l'orbite décrite par chacune des planètes n'est affecté d'aucune inégalité séculaire de l'ordre du carré de la force perturbatrice; nous le ferons, comme Lagrange, comme Poisson dans la première partie de sa démonstration, par la considération d'expressions telles que $P\int Q\,dt - Q\int P\,dt$. Mais ici se présente une circonstance particulière; le mouvement de la première planète se trouve tout rapporté au Soleil, de sorte que, au lieu d'avoir, comme Lagrange,

$$\frac{1}{2a} = \frac{1}{2\alpha} + \frac{d\varphi_1}{dt} + \varphi_2,$$

nous avons simplement

$$\frac{1}{2a} = \frac{1}{2\alpha}, \quad a = \alpha.$$

Le théorème est démontré pour a, il l'est donc pour α, c'est-à-dire pour le grand axe de l'orbite de la première planète; or, rien ne s'oppose à ce qu'on fasse jouer à chacune des autres planètes le rôle assigné d'abord à la première; le théorème se trouve donc démontré pour toutes les planètes.

» Je me bornerai à indiquer le calcul dans le cas de deux planètes; soient x, y, z; x', y', z' les coordonnées rectangulaires de ces planètes rapportées au Soleil ξ, η, ζ; ξ', η', ζ' les coordonnées définies plus haut, M, m, m' les masses du Soleil et des deux planètes,

$$\begin{aligned}
\rho^2 &= \xi^2 + \eta^2 + \zeta^2,\\
\rho'^2 &= \xi'^2 + \eta'^2 + \zeta'^2,\\
S &= \xi\xi' + \eta\eta' + \zeta\zeta',\\
\Delta^2 &= (\xi' - \xi)^2 + (\eta' - \eta)^2 + (\zeta' - \zeta)^2.
\end{aligned}$$

» On aura, pour exprimer la relation entre les deux groupes de coordonnées,

$$\begin{aligned}
x &= \xi, & x' &= \xi' + \frac{m}{M+m}\xi,\\
y &= \eta, & y' &= \eta' + \frac{m}{M+m}\eta,\\
z &= \zeta, & z' &= \zeta' + \frac{m}{M+m}\zeta,
\end{aligned}$$

et l'on trouvera sans difficulté les équations différentielles suivantes :

$$\frac{d^2\xi}{dt^2} + f\frac{M+m}{\rho^3}\xi = f\frac{M+m}{Mm}\frac{dV}{d\xi},$$

$$\frac{d^2\eta}{dt^2} + f\frac{M+m}{\rho^3}\eta = f\frac{M+m}{Mm}\frac{dV}{d\eta},$$

$$\frac{d^2\zeta}{dt^2} + f\frac{M+m}{\rho^3}\zeta = f\frac{M+m}{Mm}\frac{dV}{d\zeta},$$

$$\frac{d^2\xi'}{dt^2} + f\frac{M+m'}{\rho'^3}\xi' = f\frac{M+m+m'}{(M+m)m'}\frac{dV}{d\xi'},$$

$$\frac{d^2\eta'}{dt^2} + f\frac{M+m'}{\rho'^3}\eta' = f\frac{M+m+m'}{(M+m)m'}\frac{dV}{d\eta'},$$

$$\frac{d^2\zeta'}{dt^2} + f\frac{M+m'}{\rho'^3}\zeta' = f\frac{M+m+m'}{(M+m)m'}\frac{dV}{d\zeta'},$$

où l'on voit la même fonction perturbatrice V dans les deux groupes; voici, du reste, la valeur de cette fonction :

$$V = Mm'\left[\frac{1}{\sqrt{\rho'^2 + \frac{2m}{M+m}S + \left(\frac{m}{M+m}\right)^2\rho^2}} - \frac{1}{\rho'}\right]$$
$$+ \frac{mm'}{\sqrt{\Delta^2 + \frac{2m}{M+m}(S-\rho^2) + \left(\frac{m}{M+m}\right)^2\rho^2}} - \frac{mm'^2}{(M+m+m')\rho'}.$$

Il sera très-facile de développer V en série procédant suivant les puissances des petites quantités $\frac{m}{M}$, $\frac{m'}{M}$. »

RAPPORTS.

ASTRONOMIE. — *Rapport sur un appareil de* M. Vinot, *servant à reconnaître les étoiles.*

(Commissaires : MM. Faye, d'Abbadie rapporteur.)

« Pour identifier une étoile dans le ciel, on peut se servir d'un globe céleste. Donnant peu de détails s'il est petit, ou fort coûteux quand ses dimensions sont grandes, un globe est rarement employé à cette fin, car il représente en relief ce qu'on cherche dans la voûte du ciel qui paraît creuse. Lorsqu'on est dépourvu d'instruments astronomiques, on préfère donc un atlas céleste, où les étoiles sont placées d'après une projection plane et dont

l'usage exige la connaissance préalable d'une constellation au moins. Les autres étoiles sont identifiées ensuite, de proche en proche, au moyen d'alignements qui sont rarement exacts et où les commençants s'égarent aisément.

» Frappé de ces inconvénients, M. Vinot a eu l'idée d'employer un catalogue d'étoiles et un équatorial réduit à ses organes élémentaires. Pour en faire usage, on le pose sur un plan horizontal : ses cercles, divisés en degrés seulement, se lisent au moyen de simples index. La lunette est remplacée par un tube mobile autour d'un axe transversal, ouvert aux deux bouts et servant uniquement à diriger la visée. Un demi-cercle gradué donne l'apopole, ou distance angulaire au pôle nord, de l'étoile cherchée. Les deux montants qui portent l'axe du tube tournent ensemble autour d'un cercle horaire qui surmonte une boussole destinée à orienter tout l'appareil. Celui-ci est alors une sorte d'altazimut, dont le point nord est connu, et, si l'on a préalablement déterminé, par un calcul approché, l'azimut et la distance zénitale d'une étoile brillante, on la reconnaît en regardant par le tube. Pour en simplifier encore la recherche, on peut, au moyen d'un quart de cercle divisé, porter jusqu'à une hauteur angulaire égale à la latitude la planchette supérieure, qui s'articule à charnière avec celle de dessous. Les deux montants étant alors parallèles à l'axe du monde, l'instrument devient un équatorial rudimentaire. Pour en faire usage, il suffit d'avoir d'abord calculé l'heure du passage d'une étoile au méridien et de tenir compte du temps écoulé depuis.

» L'appareil peu coûteux de M. Vinot a l'avantage de ne servir à reconnaître les étoiles qu'à la condition d'avoir la connaissance préalable du temps moyen, du temps sidéral, etc., et d'avoir fait des calculs approchés, qui peuvent être pour bien des gens le commencement d'une étude sérieuse de l'Astronomie pratique. Mieux qu'une figure tracée sur un tableau, cette ébauche d'équatorial fera comprendre aux moins expérimentés les définitions de la déclinaison, de l'azimut, de l'apopole, de la latitude; il sera utile pour fixer les idées des élèves dans un cours élémentaire d'Astronomie.

» En conséquence, vos commissaires proposent à l'Académie de remercier M. Vinot pour sa Communication. »

Les conclusions de ce Rapport sont mises aux voix et adoptées.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Sur les principes qui doivent présider à la construction des logements en commun (hommes et animaux).* Mémoire de M. **Tollet**, présenté par M. Bouley. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Bouley, H. Mangon, de la Gournerie, Larrey, Resal.)

« J'ai l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie un Mémoire accompagné de nombreux plans et dessins, où j'expose les principes qui, suivant moi, doivent présider à la construction des casernes, des hôpitaux et des écuries.

» Le but que je me suis proposé d'atteindre est d'édifier avec économie des bâtiments simples dans leur architecture, où toutes les conditions de la salubrité se trouvent réunies.

» Pour réaliser ce résultat, je propose de les construire le plus possible en dehors des villes, sur un terrain perméable et abondamment pourvu d'eau.

» Les bâtiments doivent être fractionnés et leurs habitants disséminés sur la plus grande surface possible; chaque bâtiment ne doit contenir que cinquante soldats au plus dans les casernes et trente malades dans les hôpitaux, répartis dans deux salles au moins.

» Les bâtiments doivent être distants les uns des autres d'une largeur égale à deux fois au moins leur hauteur: condition nécessaire pour qu'ils soient accessibles à l'air et au soleil par toutes leurs surfaces.

» Ils ne doivent avoir qu'un étage, car tous les hygiénistes sont d'accord pour reconnaître que les étages inférieurs infectent ceux qui les dominent et y augmentent la mortalité. En outre, l'ascension aux étages supérieurs est fatigante pour les malades. Le travail mécanique est le même pour monter un escalier de 10 mètres de hauteur que pour parvenir à une distance horizontale de 125 mètres; de plus, ces escaliers coûtent cher à établir et à entretenir.

» La suppression des étages est une question de grande économie, car les murs des bâtiments à étages superposés doivent avoir l'épaisseur que nécessitent les charges qu'ils sont destinés à supporter. Dans les bâtiments à étages multiples, il ne faut pas moins de 10 à 12 mètres cubes de maté-

riaux pour loger un homme, tandis que 2 à 3 mètres suffisent dans un bâtiment à un seul étage.

» Dans le système que je préconise, les services sont séparés. Au lieu d'accumuler dans un même bâtiment les hommes sains, les malades, les cuisines, cantines et magasins, comme cela a lieu dans les casernes actuelles, je construis des bâtiments distincts et disposés pour satisfaire à leur destination spéciale, en reportant au périmètre du plan les cuisines, cantines, infirmeries, etc.

» J'emploie, pour ces constructions, des matériaux incombustibles. Elles doivent être établies de telle sorte qu'elles puissent offrir le maximum d'air clos avec le minimum de matériaux employés.

» Leur forme intérieure doit être arrondie, sans aucun angle rentrant, afin de ne laisser aucun point d'attache aux poussières; le lessivage des parois doit être facile et leur flambage possible. Les plafonds qui laissent sous les toits un grenier où l'air vicié s'accumule doivent être proscrits, et les parois intérieures des salles doivent suivre la pente des toits.

» L'aire des salles doit être élevée de trois marches au moins au-dessus du sol naturel, sur un massif de béton hydraulique, recouvert d'une aire imperméable.

» Les surfaces lumineuses doivent être nombreuses et les orifices d'évacuation d'air vicié placés au faîtage et continuellement ouverts. Enfin les croisées doivent s'ouvrir à soufflet dans leur partie supérieure; car, avec les croisées ordinaires s'ouvrant dans toute leur hauteur, les occupants ont la funeste habitude de demeurer dans un air confiné par crainte des courants d'air.

» Le système que je préconise pour la construction des casernes est sorti du domaine de la théorie pour entrer dans celui de l'application. Après trois concours successifs, à un an d'intervalle, j'ai pu obtenir d'édifier, d'après les principes qui précèdent, des casernes à Bourges, à Autun et à Cosnes.

» Les travaux du deuxième quartier d'artillerie, commencés à Bourges en août 1874, se sont trouvés assez avancés, à l'entrée de l'hiver 1875-1876, pour qu'il ait été possible d'y installer les hommes et une partie des chevaux. L'expérience en est donc faite aujourd'hui et il est possible de juger, par les résultats déjà obtenus, le système proposé.

» Ces résultats sont considérables. Au témoignage des médecins qui ont visité l'ensemble des casernements de Bourges, leurs conditions de salu-

brité sont telles, qu'en temps de guerre ils pourraient servir d'ambulances et de dépôts de convalescents.

» Au point de vue de la dépense, comparées aux constructions de l'ancien système, celles du huitième corps donnent, en moyenne, une économie de 300 francs par homme et de 50 à 60 francs par cheval : soit de 600 000 à 800 000 francs par régiment; et cette économie est d'autant plus réelle, qu'à raison du mode de construction et de la qualité des matériaux employés, les frais d'entretien, qui ont été nuls jusqu'à ce jour, seront toujours incomparablement et nécessairement moindres que ceux du casernement ancien, avec ses coûteuses divisions et superpositions.

» Pour la construction des écuries, mon système avait reçu la complète approbation du général Tripier, ancien président du Comité du Génie, dans un Rapport adressé au Ministre de la Guerre en avril 1874.

» Cette question du casernement, des hôpitaux et des écuries présente un intérêt des plus considérables, au point de vue complexe de la fortune publique et de l'hygiène des hommes et des chevaux. Elle est donc digne de la haute sollicitude de l'Académie. »

M. **P. Serret** adresse une « Note sur le polyèdre de moindre volume, parmi les polyèdres, donnés d'espèce, que l'on peut circonscrire à une surface donnée ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Yvory**, M. **F. Azéma** adressent diverses Communications relatives aux accidents produits par le grisou.

(Commissaires : MM. Boussingault, Daubrée.)

M. **B. Constant** adresse une Note relative à un système de pompe qui permettrait d'élever l'eau à une hauteur quelconque.

(Renvoi à l'examen de M. Tresca.)

M. **Perminjat**, M. **Combes** adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. **H. Toussaint** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire portant pour titre : « Application de la méthode graphique à la détermination de la part qui revient à l'appareil respiratoire dans l'exécution de quelques actes mécaniques de la digestion. »

(Renvoi au Concours des prix de Médecine et Chirurgie.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** invite l'Académie à lui présenter une liste de candidats pour chacune des trois chaires suivantes, actuellement vacantes au Muséum d'Histoire naturelle :

1° Chaire de Zoologie (Annélides, Mollusques et Zoophytes), laissée vacante par le décès de M. Deshayes;

2° Chaire de Minéralogie, laissée vacante par l'admission à la retraite de M. Delafosse;

3° Chaire de Zoologie (Mammifères et Oiseaux), devenue vacante par la démission de M. H.-Milne Edwards.

La lettre de M. le Ministre sera transmise aux Sections de Zoologie et de Minéralogie, chargées de préparer ces listes de candidats.

M. le **Ministre de la Marine** adresse, pour la bibliothèque de l'Institut, l'Annuaire de la Marine et des Colonies, pour l'année 1876.

M. le **Ministre de l'Agriculture et du Commerce** adresse divers volumes du Catalogue des brevets d'invention et de la Collection de ces brevets.

M. le **Directeur général des Douanes** adresse le tableau général des mouvements du cabotage en 1874.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le premier volume de la deuxième édition de la « Théorie mécanique de la Chaleur », publiée en allemand par M. *R. Clausius;*

2° L'Année scientifique, de M. L. Figuier (1875, 19e année);

3° Un ouvrage de M. *Vétillart* sur les « fibres textiles d'origine végétale employées dans l'industrie ». Cet ouvrage sera soumis à l'examen de MM. Chevreul, Decaisne et Dupuy de Lôme.

PHYSIQUE. — *Du coefficient de dilatation de l'air sous la pression atmosphérique*. Note de MM. **Mendéléeff** et **N. Kalander**. (Extrait.)

« Le nombre 0,3665, qui a été obtenu par M. Regnault en mesurant les variations de pressions entre zéro et 100 degrés, n'élimine point les écarts du gaz par rapport à la loi de Mariotte. Le nombre 0,36706, obtenu par

M. Regnault au moyen de quatre observations sous pression constante, indique les accroissements de volumes de zéro à 100 degrés : ce nombre n'est cependant pas employé, même par lui. Cela tient probablement à ce que la méthode (*) est sujette à des causes d'erreurs : on peut remarquer en particulier que, à la température de 100 degrés, plus du tiers de l'air n'était point soumis à cette température. Cependant ce coefficient est l'expression la plus naturelle de la dilatation, car sa détermination est indépendante de la loi de Mariotte.

» Le procédé que nous allons décrire est applicable à toutes les pressions; il est également applicable aux liquides. Il est semblable à celui dont l'un de nous s'est servi pour étudier la compressibilité des gaz (**).

» Un vase de forme ovoïde, dont le volume V est déterminé par un jaugeage au mercure (3772^{gr},24 de mercure à zéro), est placé d'abord dans de la vapeur d'eau, dont nous désignerons la température par T. Ce vase se termine, en haut et en bas, par des tubes capillaires qui sortent du bain. Le tube inférieur est muni de deux robinets pour l'entrée et pour la sortie du mercure que l'on y verse jusqu'à un trait qui est tracé sur le tube inférieur, et qui sert de repère. Le tube supérieur descend obliquement à travers un réfrigérant et un écran, se termine par un manomètre, en forme de tube en U, rempli d'huile de pétrole. L'autre extrémité du manomètre communique avec un ballon (de $13\frac{1}{2}$ litres) plongé dans un bain, dont la température est maintenue aussi fixe que possible. Le vase et le ballon sont à volonté mis en communication ou isolés, au moyen d'obturateurs à mercure, munis de robinets (***).

» Quand le vase ovoïde a été rempli d'air desséché et qu'il a été porté à la température de la vapeur, on ferme les obturateurs, on observe au cathétomètre la différence des niveaux du pétrole dans le manomètre (lors de la fermeture des obturateurs, ces niveaux changent légèrement) et on laisse l'appareil au milieu de la vapeur pendant près d'une heure et demie, jusqu'à ce que l'on cesse de remarquer le moindre changement de niveau dans la manomètre. La pression atmosphérique donnée par le baromètre détermine la température T. La tension de l'air dans le vase ovoïde est égale à la tension de l'air dans le ballon, plus la petite colonne

(*) Cinquième procédé de M. Regnault. Voir *Relation des expériences*, t. I, p. 59.

(**) D. Mendéléeff : *De l'élasticité des gaz*, t. I, p. 75 (en russe). Le dilatomètre employé est représenté dans la *Pl. XII* de l'ouvrage. Ce nouveau procédé écarte les incertitudes auxquelles donne lieu la méthode de M. Regnault, parce que la masse entière de l'air y est successivement soumise aux changements des températures, de 100 à 0 degrés.

(***) Voir *De l'élasticité des gaz*; par D. Mendéléeff, t. I, p. 84.

liquide du manomètre. Ensuite le vase ovoïde ayant été entouré de glace, on y introduit, par le tube inférieur, la quantité de mercure nécessaire pour que la tension de l'air à zéro soit encore la même qu'auparavant, ce qui est d'ailleurs facile à réaliser avec précision, grâce au manomètre à pétrole. On maintient le vase ovoïde dans la glace pendant près d'une heure et demie, jusqu'à ce qu'on ait atteint, par l'introduction de mercure par le tube inférieur, une pression constante. Alors on ouvre les obturateurs, et, une fois que la température est revenue égale à la température extérieure, on laisse écouler le mercure du vase jusqu'au repère, qu'il atteignait, au commencement, dans le tube inférieur. Appelons P le poids de ce mercure. Suivant les expériences, ce poids, en tenant compte des corrections, variait entre 1004 et 1012 grammes, suivant les variations de T et des autres circonstances. La sensibilité du procédé est telle, que l'extraction de $\frac{1}{50}$ de gramme de mercure est sensible au manomètre. Le coefficient α est donné, entre zéro et 100 degrés, par la formule

$$100\,\alpha = \frac{P + kT + R - N}{T(V - P + N)}.$$

» Les deux notations P et T ont été expliquées plus haut; V est le volume du vase à zéro en grammes de mercure; k est la variation de capacité du vase pour 1 degré, déterminé par cinq expériences qui ont donné une moyenne égale à $0^{gr},1066$ de mercure, à une erreur de $\pm\, 0,0002$ environ; R et N sont des corrections qui dépendent d'abord de la petite variation des températures du ballon $(t_1 - t_0)$, qui ne dépasse jamais $0°,02$, puis de la différence de température du manomètre $(\Theta_1 - \Theta_0)$, et enfin de la petite différence des niveaux du pétrole dans les deux branches du manomètre. Ces quantités se déterminent par les équations

$$R = (V + kT)\left[\alpha(t_1 - t_0) + \frac{0,86}{13,59}\,\frac{n_1 - n_0}{B}\right] \; (*)$$

$$N = \varpi(m_1 - m_0) + a v(\Theta_1 - \Theta_0) \; (**).$$

(*) 0,86 est la densité du pétrole, B la pression barométrique, n_1 et n_0 les différences des niveaux à 100 degrés et à zéro dans les deux branches du tube, comptées à partir de celui qui est plus rapproché du vase. Les détails relatifs aux observations et aux calculs seront publiés dans le tome II de l'ouvrage : *De l'élasticité des gaz*, par D. Mendéléeff.

(**) ϖ est la capacité, en grammes de mercure, de 1 millimètre du tube manométrique, savoir $0^{gr},182$; m_1 et m_0 sont les hauteurs du pétrole dans la branche du manomètre la plus rapprochée du vase, à 100 degrés et à zéro ($m_1 - m_0$ n'a jamais dépassé $0^{mm},3$); v est la capacité, en grammes de mercure, de la partie du tube manométrique remplie d'air et tournée vers le vase ovoïde ($v = 3^{gr}$); $\Theta_1 - \Theta_0$ est la différence de température du manomètre (dans les diverses expériences elle n'a pas dépassé $0°,2$).

» La quantité R n'a été qu'une fois égale à 0,21, la quantité N a été une fois égale à 0,04; dans les autres cas, elles étaient moindres. Les corrections applicables aux données directes V, T, P et k sont donc très-petites (*).

» Pour le calcul du résultat moyen, nous avons fait intervenir les données des *neuf* dernières expériences. Ces données sont :

B (**)	T	R	N	P	100α
767,4	100,27	+ 0,08	+ 0,01	1009,39	0,36824
767,6	100,28	— 0,01	— 0,01	1010,55	0,36876
770,1	100,37	— 0,05	— 0,01	1011,04	0,36866
768,9	100,33	— 0,04	+ 0,01	1010,41	0,36849
766,4	100,24	— 0,05	+ 0,01	1009,69	0,36845
767,3	100,27	+ 0,21	— 0,04	1009,64	0,36843
759,5	99,98	— 0,17	— 0,03	1007,91	0,36850
772,6	100,46	+ 0,17	— 0,04	1010,47	0,36814
749,7	99,62	— 0,10	— 0,01	1004,63	0,86820

» De ces données il résulte : 1° que pour des pressions de $0^{m},750$ à $0^{m},770$, le coefficient de la dilatation de l'air est $\alpha = 0,0036843$; autrement dit, un volume 1,00000 à zéro occupe à 100 degrés un volume 1,36843; 2° que l'erreur probable de la moyenne de α est de $\pm 0,0000005$, et l'erreur probable d'une observation détachée est égale à $\pm 0,0000014$; 3° que l'inverse de α, ou la *température du zéro absolu*, est

$$C = \frac{1}{\alpha}271,42;$$

4° qu'en désignant par $\pm p$ le maximum de l'erreur possible des pesées, par $\pm t$ le maximum de l'erreur de T, par $\pm l$ le maximum de k, on a pour Δ, maximum de l'erreur possible dans une détermination isolée de α,

$$\Delta = p\,\frac{V + P + kT}{T(V - P)^2} + t\,\frac{P}{T^2(V - P)} + l\,\frac{1}{V - P}.$$

» En adoptant pour moyennes des erreurs maxima $p = 0,05$, $t = 0,03$, $l = 0,0005$, on trouve que l'erreur moyenne d'une détermination isolée de α est $\Delta = 0,0000016$.

» L'accord de l'erreur possible avec l'erreur probable nous permet d'affirmer que de nouvelles déterminations, ayant le même degré de précision,

(*) Cela tient, non-seulement à ce que le volume de l'air qui est en dehors du bain est très-petit, mais encore à ce qu'il est soumis tout le temps à la même pression et presque à la même température. Cet air ne sert donc que comme moyen de transmission de la pression du vase ovoïde au manomètre; c'est là un grand avantage du procédé.

(**) Pression barométrique à zéro, corrigée par rapport à la tension de l'air dans le vide. La correction déterminée par l'expérience variait entre $+ 0^{mm},7$ et $+ 0^{mm},4$.

donneront pour α une moyenne comprise entre 0,003686 et 0,003683. Quant au nombre le plus probable, c'est $\alpha = 0,0036843$, ou environ $\frac{11}{2985}$, au lieu de $\frac{11}{3000}$ qui a été adopté jusqu'ici. »

MAGNÉTISME. — *Sur certains points remarquables des aimants.* Note de M. R. BLONDLOT, présentée par M. Jamin.

« Si l'on promène près de la surface d'un aimant une très-courte aiguille magnétique dont le centre de gravité est soutenu, on voit la direction de cette aiguille varier en même temps que les coordonnées de son centre de rotation. Parmi ces directions, il en est de remarquables sur lesquelles nous voudrions appeler l'attention : ce sont celles qui sont normales à la surface de l'aimant. Afin d'abréger le langage, nous donnerons aux points auxquels elles correspondent le nom de *points orthogonaux*.

» Pour donner un exemple de ces points, considérons un barreau aimanté ayant la forme d'un parallélépipède rectangle; sur chacune des moitiés du barreau, nous trouverons cinq points orthogonaux : un sur la face terminale, au point où elle est rencontrée par l'axe magnétique, puis, sur chacune des quatre faces latérales, un point situé sur la droite joignant les milieux des petits côtés de cette face, ces quatre derniers points étant symétriques deux à deux.

» Autour de chacun des points que nous considérons, les directions sont telles que, si on les compte à partir de la surface de l'aimant vers l'intérieur, elles sont toujours convergentes dans un plan quelconque mené par la normale.

» Voici une première propriété des points orthogonaux :

» *Si en un point orthogonal on place un petit corps magnétique, il faudra, pour éloigner ce petit corps de là jusqu'à l'infini, plus de travail mécanique que si on l'avait placé sur un autre point voisin quelconque de la surface de l'aimant.* En d'autres termes, le point orthogonal présente un *maximum* du travail susdit.

» Ce théorème se démontre très-simplement.

» Par rapport au magnétisme terrestre, les points orthogonaux de la surface de la Terre sont ce qu'on appelle assez improprement les pôles magnétiques. Halley et Hansteen croyaient à l'existence de quatre de ces pôles; Gauss et Duperrey en admettent seulement deux, ou, plus exactement, deux régions polaires. Parry, John Ross, James Ross, Dumont d'Urville et Wilke ont pu déterminer leurs positions d'une façon approximative.

» Sur une ligne donnée, on trouve aussi des points jouissant de la même propriété de maximum du travail d'éloignement à l'infini : ce sont ceux pour lesquels l'action magnétique est normale à la courbe.

» Nous remarquerons que tous ces *maxima* présentés par les points orthogonaux pourraient être remplacés par des *minima* pour des surfaces présentant des rapports convenables de courbure avec les surfaces d'égal potentiel. Un simple changement de signe du travail de glissement élémentaire conduit immédiatement à ce résultat.

» Une seconde propriété curieuse est la suivante :

» *Les positions d'équilibre spontané d'un petit corps magnétique par rapport à un aimant sont précisément les points orthogonaux.* Cette proposition découle immédiatement de ce fait, que les positions d'équilibre d'un point placé sur une surface polie sont celles pour lesquelles les forces agissant sur le point ne produisent pas de composante tangentielle.

» L'expérience suivante confirme ce résultat. On fixe une parcelle de fer sur un bouchon plat, qu'on fait ensuite flotter sur l'eau. Si l'on approche tout près de la surface de l'eau un aimant, de façon que sa face inférieure soit horizontale, on voit le bouchon se mouvoir jusqu'à ce que la parcelle de fer qu'il porte se place précisément sous le point orthogonal. Si l'aimant est placé d'une façon quelconque dans l'espace, la situation finale du fer indique le point de contact de la surface d'égal potentiel qui touche la surface de l'eau. »

CHIMIE. — *Composition de la matière noire que l'on obtient en calcinant le ferrocyanure de potassium.* Note de M. A. TERREIL, présentée par M. Fremy.

« La matière noire qui prend naissance dans la calcination du ferrocyanure de potassium est considérée comme étant un carbure de fer, à proportions définies, et dont la formule peut être représentée par $Fe C^2$, mais cette formule n'est admissible qu'à la condition de considérer le carbone et le fer contenus dans la matière noire comme s'y trouvant combinés. L'étude que je viens de faire de cette matière démontre qu'il n'en est point ainsi; elle prouve, au contraire, que le carbone qu'elle renferme s'y trouve à l'état de carbone libre, et que le fer qu'elle contient à l'état métallique n'est carburé que comme le sont les fontes ordinaires, c'est-à-dire qu'il est uni à 3,65 pour 100 de carbone.

» En effet, j'ai trouvé à la matière noire la composition suivante :

Fer à l'état métallique	32,05
Fer à l'état d'oxyde magnétique	27,56
Carbone non combiné	27,47
Carbone combiné au fer	1,17
Carbone à l'état de cyanogène	0,24
Potassium	0,81
Azote	0,29
Oxygène	10,50
	100,09

» Cette composition peut varier, quant aux proportions des substances indiquées, en raison de la durée de la calcination et de la température; mais, dans aucun cas, ces différences n'ont d'influence sur l'état de carburation du fer métallique.

» L'analyse qui précède a été faite avec la matière noire obtenue en calcinant au rouge vif, pendant une heure, du ferrocyanure de potassium bien desséché, en reprenant par l'eau distillée la masse fondue, et en lavant jusqu'à purification complète le résidu noir insoluble dans l'eau.

» Voici la méthode que j'ai suivie dans cette analyse :

» Le fer métallique a été dosé directement et déterminé par le calcul : directement, en dosant la quantité de cuivre métallique qu'un poids connu de la matière avait précipitée d'une dissolution de sulfate de cuivre; par le calcul, en défalquant du fer total trouvé à l'analyse la quantité qui s'y trouve à l'état d'oxyde de fer magnétique, ce dernier corps étant calculé lui-même d'après la proportion d'oxygène qu'il contient.

» Par la méthode directe, j'ai trouvé 32,77 pour 100 de fer métallique, et par le calcul 31,34 pour 100.

» Le carbone non combiné est celui qui reste comme résidu inattaquable par les acides; ce carbone est entièrement combustible et ne laisse que des traces d'oxyde de fer après la combustion.

» Le carbone combiné se dégage à l'état de carbure d'hydrogène lorsqu'on attaque la substance par les acides chlorhydrique ou sulfurique. Ce carbone a été dosé en soustrayant du carbone total, obtenu par la combustion avec l'oxyde de cuivre, le carbone non combiné et une petite quantité de carbone à l'état de cyanure de potassium que l'eau ne peut enlever dans la purification du produit noir.

» Le potassium et l'azote ont été dosés par les procédés ordinaires.

» L'oxygène a été déterminé en traitant par un courant d'hydrogène sec la matière fortement chauffée, puis en recueillant et en pesant l'eau produite.

» Il résulte donc des observations que je viens de résumer :

» Que la matière noire obtenue dans la calcination du ferrocyanure de potassium à une haute température n'est point un carbure de fer à proportions définies, mais bien un mélange contenant, dans un grand état de division, du fer à l'état de fonte, de l'oxyde de fer magnétique, du carbone libre et une petite quantité de cyanure de potassium que les lavages à l'eau n'enlèvent pas. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la formation des acides anhydres de la série grasse et de la série aromatique, par l'action de l'acide phosphorique sur leurs hydrates.* Note de MM. **H. Gal** et **A. Etard**, présentée par M. Cahours.

« Toutes les tentatives faites pour obtenir directement les anhydrides des acides organiques monobasiques ont échoué jusqu'à présent. Gerhardt, s'appuyant sur ce que l'acide phosphorique anhydre ne pouvait enlever de l'eau, aussi bien aux acides de la série grasse qu'à ceux de la série aromatique, en concluait que l'eau n'existait pas dans ces composés, proposait de doubler leur formule et tirait de ce fait un argument puissant en faveur de ses théories.

» Avant les expériences de Gerhardt, qui permirent d'obtenir les anhydrides des acides organiques monobasiques, M. Deville avait pu réaliser la production de l'acide azotique anhydre par un procédé devenu classique et qui consistait à décomposer par le chlore sec l'azotate d'argent également bien desséché. Cette méthode présentait de grandes difficultés et il a fallu toute l'habileté de ce savant expérimentateur pour produire le nouveau composé.

» Dans ces derniers temps, M. Berthelot, modifiant d'une manière heureuse un procédé indiqué par M. Weber, et qui consistait à traiter par l'acide phosphorique anhydre l'acide azotique monohydraté, a donné un moyen sûr et facile d'obtenir l'anhydride azotique, qui, grâce à lui, peut être préparé dans tous les cours sous les yeux des élèves.

» Lorsqu'on met dans une cornue de l'acide phosphorique anhydre et qu'on laisse tomber sur ce corps de l'acide acétique cristallisable, chaque goutte de ce dernier composé se détruit en donnant naissance à une matière charbonneuse. Opère-t-on d'une manière inverse, aucune réaction vive ne

se produit; on n'observe, en effet, par l'introduction de l'acide phosphorique anhydre dans l'acide acétique, qu'une élévation très-faible de température, à la condition toutefois que l'on ait soin de noyer immédiatement l'acide solide dans l'acide liquide; sans cette précaution, le liquide absorbé par capillarité noircit instantanément. Par la distillation du mélange, on peut obtenir de l'acide acétique anhydre, mais le rendement est toujours extrêmement faible, parce que l'acide acétique anhydre est lui-même décomposé par l'acide phosphorique.

» Une des conditions indispensables au succès de l'opération est d'agir avec une très-grande rapidité, pour saisir en quelque sorte le corps entre deux réactions : celle qui le produit et celle qui tend à le détruire. Voici le mode d'opérer qui nous a paru le meilleur.

» On introduit dans une cornue relativement grande 60 grammes d'acide acétique cristallisable, bouillant à 120 degrés, puis on ajoute environ 30 grammes d'acide phosphorique anhydre, en le faisant tomber d'une façon continue et assez rapide dans la cornue, à laquelle on imprime un vif mouvement de rotation pour que le mélange soit immédiat; bientôt l'acide phosphorique, qui ne paraissait pas réagir, brunit légèrement; le mélange devient complet en s'échauffant un peu. A ce moment on distille rapidement, jusqu'à ce que la masse boursouflée ne laisse plus rien passer. La première distillation donne l'acide acétique anhydre mélangé d'une grande quantité d'acide monohydraté; on rectifie avec un appareil à boules et l'on obtient l'acide anhydre en recueillant le liquide qui passe entre 136 et 138 degrés.

» Les quantités indiquées plus haut n'ont pas fourni plus de 3 grammes d'acide pur. Ce rendement est bien loin du rendement théorique et la réaction que nous indiquons ici ne saurait constituer un procédé de préparation de l'acide acétique anhydre. Nous avons cru néanmoins devoir la faire connaître, à cause de l'intérêt théorique qu'elle peut présenter.

» Cette réaction est du reste générale, et ne s'applique pas seulement aux acides gras; remplace-t-on, en effet, l'acide acétique par l'acide benzoïque, en opérant d'une manière semblable, on peut obtenir de l'acide benzoïque anhydre identique à celui de Gerhardt. Ces différents acides ont du reste été caractérisés non-seulement par leurs propriétés, mais encore par la détermination de leur composition. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les produits d'action du chlorure de chaux sur les amines.* 2e Note de M. **J. Tscherniak**, présentée par M. Wurtz.

« *Préparation de la dichloréthylamine.* — 100 grammes de chlorhydrate d'éthylamine sont distillés par portions de 25 grammes avec 250 grammes de chlorure de chaux, dilué avec de l'eau jusqu'à la consistance d'une bouillie assez épaisse, dans un flacon de 2 à 3 litres de capacité. Le mélange, qui s'est échauffé beaucoup, est distillé ensuite jusqu'à ce qu'il ne passe plus de gouttes huileuses. Le produit des quatre premières distillations est distillé une seconde fois avec 250 grammes de chlorure de chaux. L'huile qu'on obtient est lavée avec de l'eau et agitée pendant quelque temps avec son volume d'acide sulfurique à 50 pour 100. La couche limpide est séparée de l'acide sulfurique, lavée avec une solution de soude très-étendue, ensuite avec de l'eau pure, séchée sur du chlorure de calcium et fractionnée. Déjà à la première distillation la plus grande quantité du liquide passe à 86-90 degrés; en répétant la distillation plusieurs fois, on obtient une quantité très-considérable, qui passe à 88-89 degrés et qui représente la dichloréthylamine chimiquement pure, comme je me suis convaincu par un grand nombre d'analyses.

» *Propriétés de la dichloréthylamine.* — Je n'ai que peu de chose à ajouter à l'excellente description que M. Wurtz nous a donnée de ce corps.

» C'est une huile d'une couleur jaune d'or et d'une réfrangibilité très-grande. Son odeur est très-piquante et rappelle à la fois celle de la chloropicrine et de l'acide hypochloreux. Elle bout d'une manière constante à 88-89 degrés sous la pression de 762 millimètres. Sa densité à 15 degrés est égale à 1,2300 et à 5 degrés à 1,2397. A — 30° la dichloréthylamine éprouve une contraction visible sans cependant se solidifier.

» Le corps pur est parfaitement stable et ne dépose pas de cristaux.

» *Constitution de la dichloréthylamine.* — Depuis que M. Wurtz, dans son Mémoire classique sur les ammoniaques composées, a décrit les produits de l'action des halogènes sur les deux premières amines, aucune opinion sur la nature de ces composés n'a pu se propager généralement.

» En présence de beaucoup d'opinions contradictoires, qu'il serait trop long d'énumérer ici, l'expérience seule pouvait résoudre la question. C'est dans ce but que j'ai étudié l'action du zinc-éthyle sur la dichloréthylamine, qui m'a fourni une réponse satisfaisante sur la question, débattue depuis si longtemps.

» *Action du zinc-éthyle sur la dichloréthylamine.* — Les deux corps réagis-

sent avec explosion. Il a fallu diluer avec de l'éther pour pouvoir étudier la réaction.

» 1 molécule de zinc-éthyle (28 grammes) fut étendue de son poids d'éther absolu, dans un appareil à reflux, et additionnée goutte à goutte de 1 molécule de dichloréthylamine (22 grammes), étendue aussi avec de l'éther, en tenant constamment le liquide à zéro. Chaque goutte produit une réaction énergique et l'ébullition de l'éther. La réaction terminée, j'ai distillé la solution éthérée au bain-marie, jusqu'à ce que la masse commençât à mousser. La distillation fut alors interrompue et le résidu sirupeux traité par de l'eau, ajoutée par petites quantités, à une basse température. Il se dégagea beaucoup de gaz et il se forma un précipité d'oxychlorure de zinc. Ce précipité fut filtré et lavé complétement, et les eaux de lavage, qui montraient une légère réaction alcaline, neutralisées par quelques gouttes d'acide chlorhydrique et concentrées à un très-petit volume. La solution, additionnée de quelques fragments de potasse, fut distillée au bain-marie. Il passa un liquide très-clair et ayant une forte odeur ammoniacale, qui, rectifié avec le thermomètre, commença déjà à bouillir au-dessous de 30 degrés, mais dont la plus grande partie passa de 45 à 65 degrés. Pour isoler la triéthylamine de ce mélange (j'en ai obtenu à peu près 8 grammes), j'ai opéré de la manière suivante. J'ai saturé exactement $1^{gr},2$ par l'acide chlorhydrique, évaporé la solution à siccité et dissous le chlorhydrate sec dans de l'alcool absolu. A cette solution, j'ai ajouté une solution alcoolique d'à peu près 2 grammes de chlorure de platine. Le précipité jaune qui se produit aussitôt fut reconnu, par son analyse et ses propriétés, pour le chloroplatinate d'éthylamine.

» La solution alcoolique fut concentrée au bain-marie jusqu'à un petit volume, et les petits cristaux rouge orangé qui se déposaient pendant l'évaporation séparés à la trombe aussi complétement que possible de la solution de $PtCl^4$ et séchés à 100 degrés. J'ai obtenu de cette manière $0^{gr},6$ d'un chloroplatinate hygroscopique, dont l'analyse a donné les nombres exigés par la théorie pour le chloroplatinate de triéthylamine.

» La formation de la triéthylamine décide la question de la constitution de la dichloréthylamine. Les deux atomes de chlore doivent être liés par l'azote, comme le démontre la formule dans l'équation suivante :

$$Az\begin{cases}C^2H^5\\Cl\\Cl\end{cases} + Zn\begin{cases}C^2H^5\\C^2H^5\end{cases} = Az\begin{cases}C^2H^5\\C^2H^5\\C^2H^5\end{cases} + ZnCl^2.$$

» La formation de l'éthylamine s'explique par la formule, à présent connue, de la dichloréthylamine. Le chlore contenu dans ce corps possède, grâce à sa position exceptionnelle, un pouvoir substituant, qui ressemble beaucoup à celui du chlore libre, propriété très-remarquable au point de vue de la théorie et qui rapproche beaucoup ce corps de l'acétate de chlore de M. Schützenberger. Là, comme ici, le chlore n'étant pas dans le radical, c'est-à-dire n'étant pas lié avec le carbone, s'échange avec une facilité surprenante contre l'hydrogène de beaucoup de combinaisons organiques, en les chlorurant. C'est ainsi que la dichloréthylamine remplace par le chlore l'hydrogène de l'acide acétique cristallisable, de l'éther et de beaucoup d'autres, en régénérant l'éthylamine.

» La détermination de la constitution de la dichloréthylamine et la possibilité qui s'offre à présent de préparer en grand ce corps remarquable et ses homologues permettent d'espérer qu'on parviendra, à l'aide de ces substances, à des synthèses du plus haut intérêt scientifique, comme, par exemple, celle des corps nitrosés. Si je trouve dans la poursuite de ces études des faits dignes d'intérêt, je me ferai un honneur de les communiquer à l'Académie.

» Ce travail a été fait au laboratoire de M. Wurtz. »

PHYSIOLOGIE. — *Réponse à la réclamation de* M. F. Plateau, *au sujet de la digestion des Insectes.* Note de M. **Jousset**, présentée par M. Blanchard.

« La réclamation de priorité que M. F. Plateau a adressée à l'Académie, au sujet de mon Mémoire sur les fonctions des glandes de l'appareil digestif des insectes, me paraîtrait fondée si nos conclusions pouvaient se comparer; mais il y a entre les résultats auxquels nous sommes arrivés des différences tellement essentielles, que je demande la permission à l'Académie de les faire ressortir brièvement, d'autant plus que la Note de M. Plateau est conçue de manière à laisser supposer que, sauf quelques points insignifiants, mes recherches ne diffèrent pas des siennes.

» L'idée dominante du Mémoire de M. Plateau est de chercher à établir que, *chez les Insectes à l'état normal, les sucs digestifs sont tous alcalins ou neutres, jamais acides.* Or ce fait, que l'auteur considère comme *d'une si grande importance physiologique qu'il ne saurait trop y insister*, et sur lequel il revient presque à chaque page, est en désaccord formel avec tous les travaux précédents et avec mes propres observations. De plus, il est en désaccord avec cette grande loi de l'unité des fonctions physiologiques, qui tend

actuellement à dominer dans la Science. Chez tous les animaux connus et étudiés, la digestion des aliments albuminoïdes réclame un milieu plus ou moins acide. Les insectes ne font pas exception à cette règle : le liquide des cœcums gastriques qui sert, chez eux, à la digestion de ces aliments est acide.

» Ce n'est pas seulement sur cette question capitale que nous différons d'opinion; il reste encore deux autres points tout aussi importants, qui ne me sont nullement communs avec M. Plateau, et qu'il a pris soin de reproduire en ces termes dans la Note adressée à l'Académie; il est question de l'appareil glandulaire qui entoure l'estomac :

« Le suc de ces glandes, dit-il, n'a aucune analogie avec le suc gastrique des Vertébrés. *Sa fonction est différente* suivant le *groupe* auquel l'insecte appartient. Chez les Coléoptères carnassiers, il émulsionne activement les graisses; chez les Coléoptères hydrophiliens, il continue la transformation de la fécule en glucose, commencée dans l'œsophage; chez les Scarabéiens, il produit aussi de la glucose; chez les chenilles des Lépidoptères, il détermine une production de glucose et, de plus, il émulsionne les graisses. »

» Ainsi, d'après M. Plateau, le liquide sécrété par les cœcums gastriques agirait sur les fécules et serait sans action sur les substances albuminoïdes. Or j'ai prouvé, par des expériences dont je donne le détail dans mon Mémoire, que le produit de ces glandes n'agit pas sur les matières féculentes, mais bien sur les matières albuminoïdes, et que, par conséquent, son action se rapproche de celle du suc gastrique des Vertébrés, ou mieux encore, à cause de sa propriété sur les graisses et de sa faible acidité, du suc pancréatique des Poissons, lequel n'agit pas sur les amylacés. M. Plateau, d'ailleurs, a démontré, à son insu, la vérité de ce fait quand il dit, page 16, que le liquide du jabot des Dytiques dissout la viande; or ce liquide n'est autre que le produit de sécrétion des cœcums gastriques, lequel, ayant franchi le gésier, fait subir à la viande, dans le jabot, un commencement de désagrégation qui s'achèvera dans l'estomac. Mais, pour arriver à constater l'action de ces glandes, il ne faut pas procéder comme M. Plateau l'a fait, en se bornant à essayer des liquides recueillis dans le tube digestif et par conséquent très-complexes : il faut expérimenter avec des produits de sécrétion purs, pris dans la glande elle-même; or il n'y a qu'un petit nombre d'insectes présentant des cœcums assez grands pour que cela puisse se faire. La Blatte est dans ce cas, et M. Plateau a fait ses expériences sur le Dytique, où les cœcums ne sont pas isolables.

» Quant à la dernière des opinions précédentes, celle d'après laquelle les fonctions des glandes gastriques seraient différentes suivant le groupe au-

quel l'insecte appartient, on ne la retrouve pas dans mon Mémoire, et même je la regarde, qu'on me passe l'expression, comme une véritable hérésie physiologique. Admettre, en effet, qu'un groupe glandulaire aussi nettement défini que celui des cœcums gastriques possède, chez des insectes de *groupes différents*, des *fonctions différentes*, cela équivaut à dire que le foie des Carnassiers n'a pas les mêmes fonctions que celui des Pachydermes.

» Ces quelques considérations suffiront, je pense, à établir que mes recherches diffèrent complétement, sur des points très-importants, de celles de mon honorable devancier. Je n'ai pas eu la prétention, en présentant mon travail à l'Académie, de lui faire hommage de découvertes très-importantes, mais seulement de corroborer des opinions déjà émises dans la science par des hommes éminents, et qui manquaient peut-être, pour être acceptées définitivement, d'expériences rigoureuses empruntées au domaine de la Physiologie. »

M. C. Husson adresse quelques détails sur le procédé à suivre pour reconnaître, au moyen du sulfate de soude, la résistance des pierres à la gelée. Un certain nombre d'essais l'ont conduit aux conclusions suivantes :

« 1° La pierre, avant d'être essayée, doit être séchée à l'étuve, de manière à chasser l'eau qu'elle renferme.

» 2° La solution de sulfate de soude doit être préparée à la température de 32°,75, donnant le maximum de solubilité [322,12 de sulfate de soude pour 100 d'eau (1)].

» 3° Les échantillons étant complétement plongés dans le bain, on chauffe légèrement, de manière à ramener et à maintenir la température à 32°,75 tant qu'il se dégage des bulles d'air.

» 4° On place ensuite le bain dans un milieu plus froid; chaque pierre doit alors devenir un centre d'où partent de gros cristaux de sulfate de soude. La cristallisation ne doit pas se faire sous forme de petites aiguilles. Dans ce cas, on devrait recommencer l'opération.

» 5° Si la pierre éclate, se fendille ou se désagrége sous la moindre pression, on doit la rejeter. Si elle résiste, il ne faut pas trop se hâter de la déclarer bonne : quelquefois, les fentes n'apparaissent que sept ou huit jours après, sous l'influence du plus petit changement de température. Aussi, après l'action du sulfate de soude, est-il bon de placer la pierre dans un manchon de verre entouré d'un mélange réfrigérant. Quand la pierre a résisté à tous ces essais, on peut la déclarer non gélive et de bonne qualité.

» 6° En hiver, le procédé suivant est encore plus certain. La pierre est plongée pendant vingt-quatre heures dans de l'eau à 15 degrés environ ; lorsqu'elle est bien imprégnée de liquide, on l'expose à un froid de 4 à 8 degrés; puis, tous les jours, trois fois par jour, on

(1) Poggiale, *Formulaire des hôpitaux militaires*.

l'arrose avec de l'eau bouillante. Si, après quatre ou cinq jours d'essais répétés, la pierre résiste à ces changements de température, on peut déclarer en toute sécurité qu'*elle n'est pas gélive.* »

M. P. **Beyris** adresse, par l'entremise de M. Becquerel, une Note relative à un siphon disposé de manière à pouvoir être facilement amorcé.

Le siphon est formé par un tube flexible, en caoutchouc par exemple : une des extrémités se termine par une soupape, s'ouvrant de dehors en dedans; l'autre est munie d'un robinet Le tube étendu rectilignement ayant été rempli du liquide, on ferme le robinet. Il suffit alors, pour faire fonctionner l'appareil, de plonger la première extrémité dans le liquide, de recourber le tube et d'ouvrir le robinet.

M. **Chasles** présente à l'Académie, de la part de M. le prince Boncompagni, les livraisons de juillet et août 1875 du *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche.*

« La première, très-étendue, renferme quarante et une Lettres inédites d'un grand intérêt : douze de Torricelli à Mersenne, dix-neuf de Mersenne à Torricelli, et dix de François Du Verdus, gentilhomme bordelais, à Torricelli. Ces Lettres font connaître, pour la première fois, le nom de ce gentilhomme bourdelais, dont il est question dans le tome VI des anciens *Mémoires de l'Académie des Sciences,* au sujet de la méthode des tangentes, de Roberval, par la composition des mouvements, ouvrage rédigé, d'après les leçons de l'auteur, par un gentilhomme bourdelais, et revu par Roberval. Ces Lettres, qui occupent soixante-quatorze pages, roulent sur diverses questions mathématiques; on y trouve cités Descartes, Nicéron, Mydorge, Ricci, Cavalieri, Galilée, Scaliger, etc. Celles de Du Verdus sont datées de Rome, 1644 et 1645.

» Ces Lettres sont précédées d'un exposé historique de M. le prince Boncompagni (p. 353-381), dans lequel se trouvent de nombreux extraits et citations de divers ouvrages imprimés ou manuscrits qui se rapportent aux sujets et aux auteurs dont il y est question.

» La livraison d'août renferme, sous le titre de *Lettre à M. le D^r F. Hoefer, au sujet des Sciences mathématiques des Indiens et des origines du Sanscrit,* une dissertation de M. L. Am. Sédillot, que lui a inspirée l'*Histoire des Mathématiques* jointe à l'*Histoire de l'Astronomie*, ouvrages assez récents de M. Hoefer. M. Sédillot revendique, en faveur des Grecs, certains progrès

scientifiques et littéraires que, d'après le témoignage de divers auteurs arabes, on a pu attribuer aux Indiens.

» Que l'Académie me permette, en parlant de ce dernier travail de M. Sédillot, touchant à l'Astronomie comme à plusieurs autres parties des Mathématiques chez les Arabes, sujets dont si peu de personnes s'occupent en France, d'exprimer ici les bien vifs regrets que m'a causés sa mort récente. »

M. **Chasles** fait également hommage à l'Académie, de la part de l'auteur, M. *Ant. Favaro*, professeur à l'Université de Padoue, d'un ouvrage sur les tremblements de terre et les moyens employés par les Anciens pour atténuer les désastres qu'ils peuvent causer.

M. **Chasles** dépose sur le bureau de l'Académie les livraisons d'octobre et de novembre 1875 du *Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques, publié sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique*, par MM. Darboux et Hoüel. »

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 21 février 1876.

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, *publiée par les ordres de M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce;* t. LXXXII, 1re partie. Paris. Impr. Nationale, 1875; in-4°.

Catalogue des brevets d'invention; année 1875, nos 7, 8. Paris, Bouchard-Huzard, 1875; 2 livr. in-8°.

Direction générale des Douanes. Tableau général du cabotage pendant l'année 1874. Paris, Impr. Nationale, 1875; in-4°.

Recueil des publications de la Société nationale havraise, d'études diverses de la 40e année 1873. Le Havre, impr. Lepelletier, 1875; in-8°.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse; 7e série, t. VII. Toulouse, impr. Douladoure, 1875; in-8°.

Études sur les fibres végétales textiles employées dans l'industrie, par M. VÉTILLART. Paris, Firmin Didot et Cie, 1876; in-8°.

Sur quelques pièces de Mammifères fossiles qui ont été trouvées dans les phosphorites du Quercy, par M. A. GAUDRY. Paris, 1875; br. in-8°. (Extrait du *Journal de Zoologie*. (Présenté par M. P. Gervais.)

Les mamelles et leurs anomalies, etc.; par le Dr A. PUECH. Paris, F. Savy, 1876; br. in-8°.

Le climat de l'Empire russe; par M. le Dr VOJEIKOF, traduit de l'anglais par M. H. BROCHARD. Alger, impr. de l'Association ouvrière, 1875; br. in-8°.

L'Année scientifique et industrielle; par L. FIGUIER, 19e année 1875. Paris, Hachette et Cie, 1876; 1 vol. in-12.

Annuaire de la pharmacie française et étrangère, rédigé par le Dr C. MÉHU; année 1875. Paris, au *Moniteur scientifique-Quesneville*, 1876; 1 vol. in-18. (Présenté par M. Bussy.)

Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques, rédigé par MM. G. DARBOUX et J. HOUEL; t. VIII, juin 1875, t. IX, juillet à novembre 1875. Paris, Gauthier-Villars, 1875; 6 livr. in-8°. (Présenté par M. Chasles.)

Les Seiches. Vagues d'oscillation fixe des lacs; par M. F. A. FOREL. Andermatt, 1875; in-8°. (*Extrait des actes de la Société helvétique des sciences naturelles*).

Bulletin météorologique mensuel de l'Observatoire de l'Université d'Upsal; vol. V, nos 7-13, juin-décembre 1873; vol. VI, année 1874. Upsal, Ed. Berling, 1874-75; in-4°.

Nova acta regiæ Societatis Scientiarum Upsaliensis; seriei tertiæ, vol. IX, fasc. I, II, 1874, 1875. Upsaliæ, Ed. Berling, 1875; 2 vol. in-4°. (Présenté par M. Chasles.)

Nuovi studi intorno ai mezzi usati dagli antichi per attenuare le disastrose conseguenze dei terremoti; por A. FAVARO. Venezia, tipog. Grimaldo, 1865, in-8°. (Présenté par M. Chasles.)

Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche, pubblicato da B. BONCOMPAGNI; t. VIII, luglio, agosto 1875. Roma, 1875; 2 liv. in-4°. (Présenté par M. Chasles).

Die mechanische Wärmetheorie; von R. CLAUSIUS; zweite Auflage, erster Band. Braunschweig, Fr. Wieweg, 1876; in-8°, relié.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 FÉVRIER 1876.

PRÉSIDENCE DE M. LE VICE-AMIRAL PÂRIS.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** informe l'Académie que le tome LXXX de ses *Comptes rendus* (1er semestre 1875) est en distribution au Secrétariat.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur l'explosion de la poudre;* par M. **Berthelot**.

« 1. D'après MM. Noble et Abel, qui viennent de publier sur l'explosion de la poudre un grand et important travail (*), il existe des variations excessives dans les proportions des produits principaux de cette explosion : carbonate, sulfate, sulfure, hyposulfite de potasse et oxyde de carbone, ainsi que dans la nature des produits accessoires (sulfocyanure, carbonate d'ammoniaque, gaz des marais, hydrogène, etc.); ces circonstances indiquent la complexité et l'état inachevé des métamorphoses : elles résultent à la fois de la brièveté du temps pendant lequel les réactions s'exercent et du défaut d'homogénéité offert par le simple mélange des composants de la poudre. Ces variations ne paraissent influer d'une manière notable ni sur la force de l'explosion, ni sur la chaleur dégagée. Mais elles s'opposent, disent les savants auteurs, à toute représentation chimique générale de la métamorphose produite par l'explosion.

(*) Voir, page 489, le Rapport sur ce Mémoire.

» 2. C'est cette dernière opinion, contraire à ce que l'on sait en chimie, que je demande la permission d'examiner. La discussion, fondée principalement sur les résultats des expériences de MM. Noble et Abel, ne peut qu'accroître l'intérêt qui s'attache à ces résultats. Elle me semble importer d'autant plus que l'on ne saurait échapper à un empirisme aveugle, ni établir aucune direction méthodique dans les essais et les tâtonnements qui doivent perfectionner la pratique, si l'on n'est parvenu à quelque connaissance des relations théoriques des phénomènes.

» 3. Je vais chercher à dégager les réactions chimiques fondamentales qui se sont produites dans les expériences de MM. Noble et Abel, d'après leurs propres analyses (*Transactions philosophiques*, p. 72, 74 et 75; 1875). Les poudres anglaises sur lesquelles ils ont opéré se rapprochaient beaucoup, par leur dosage, de la relation simple

$AzO^6K + S + 3C$; laquelle exige : $AzO^6K = 74,8$; $S = 11,8$; $C = 13,3$.

» Les produits de l'explosion opérée à volume constant peuvent être réduits à six, savoir : trois solides, le carbonate, le sulfate, le sulfure de potassium; trois gazeux, l'azote, l'oxyde de carbone, l'acide carbonique. J'écarte à dessein l'hyposulfite, qui me semble presque en totalité formé après coup et aux dépens d'une portion du sulfure altéré par l'oxygène de l'air pendant les manipulations analytiques (voir ce Recueil, p. 403); je ferai également abstraction, pour le moment, des produits très-peu abondants. Or je dis qu'il existe des relations simples entre les produits principaux.

» 1° L'azote répond, dans tous les cas, à une réduction à peu près complète de l'azotate de potasse; Az pour AzO^6K, soit 11 centièmes en poids.

» 2° L'acide carbonique est en proportion presque constante, 25 à 27,5 centièmes, ou en moyenne 26,5; ce qui est très-voisin du rapport $1\frac{2}{3}CO^2$ pour AzO^6K.

» 3° Le sulfure de potassium (en y comprenant celui qui a été changé en hyposulfite) varie de 11 à 15, en moyenne 13; ce qui comprend à peu près le tiers du potassium : $\frac{1}{3}KS$ pour AzO^6K.

» 4° Le sulfate de potasse varie de 2,7 à 14; le carbonate de 24 à 38. Mais ces variations sont nécessairement corrélatives, puisque les deux tiers du potassium doivent se retrouver dans la somme des deux sels.

» 4. Examinons d'abord les cas qui ont offert le maximum du carbonate : ce maximum, qui coïncide avec une dose très-petite de sulfate, répond, à peu de chose près, aux deux tiers de l'azotate. Or, les mêmes analyses

fournissent à la fois le maximum de carbonate et d'oxyde de carbone : 5,6 centièmes, nombre voisin de $\frac{1}{2}$CO pour AzO^6K, ainsi que le maximum de soufre échappé à la combustion.

» Toutes ces circonstances étant corrélatives, les résultats analytiques qui répondent à une dose négligeable de sulfate de potasse pourront être représentés par le système des trois équations suivantes, se développant simultanément sur des quantités de matière proportionnelles aux nombres $\frac{1}{3}$; $\frac{1}{2}$; $\frac{1}{6}$.

(1) $AzO^6K + S + 3C = KS + 3CO^2 + Az$;

(2) $AzO^6K + S + 3C = CO^3K + CO + CO^2 + Az + S$;

(3) $AzO^6K + S + 3C = CO^3K + 1\frac{1}{2}CO^2 + Az + S + \frac{1}{2}C$.

» 5. Examinons maintenant le cas limite inverse, où le sulfate de potasse offre la dose maximum, 12 à 14 centièmes; c'est-à-dire qu'il renferme à peu près le cinquième du potassium de l'azotate, tandis que le carbonate formé en même temps en retient un peu de moins de moitié. L'oxyde de carbone baisse en même temps dans les analyses vers 2, 6, c'est-à-dire vers le rapport $\frac{1}{4}$CO pour AzO^6K ; tandis que le soufre libre tend à disparaître.

» Ces relations accusent encore des réactions régulières, exprimées par un système d'équations simultanées, dont deux identiques aux précédentes : soit (1) pour un tiers de la matière, et (3) pour près de la moitié; tandis que la formation du sulfate de potasse répondrait, pour un huitième de la matière à l'équation (4), et pour un douzième à l'équation (5):

(4) $AzO^6K + S + 3C = SO^4K + 2CO + Az + C$,

(5) $AzO^6K + S + 3C = SO^4K + CO^2 + Az + 2C$.

» 6. Ces cinq équations simultanées représentent les cas limites. Mais il est facile de vérifier que leurs combinaisons expriment aussi, d'une manière approchée, les cas intermédiaires; leur système exprime donc la métamorphose chimique de la poudre, du moins quant aux produits fondamentaux. Celle-ci se réduit en définitive à cinq réactions simples, qui déterminent la formation du sulfate, du sulfure, du carbonate potassiques, de l'acide carbonique et de l'oxyde de carbone.

» Les changements de dosage auraient pour effet, s'ils portaient sur le salpêtre, d'accroître le sulfate de potasse et l'acide carbonique, ainsi que la chaleur dégagée; sur le carbone, d'augmenter l'oxyde de carbone, ainsi que le volume des gaz permanents, toutes choses égales d'ailleurs.

» 7. Voici le calcul (*) du volume des gaz et des quantités de chaleur (en appelant *Calorie* la quantité de chaleur capable de porter de zéro à 1 degré 1 kilogramme d'eau, et *calorie* la quantité analogue pour 1 gramme d'eau) :

D'après (1)	135^{gr} dégagent :	$99^{Cal},6$,	1^{gr} de poudre :	738^{cal}	et	331^{cc}	[à 0° et $0^m,76$]
(2)	»	: 105,9,	»	: 784	et	249	
(3)	»	: 116,5,	»	: 860	et	208	
(4)	»	: 106,4,	»	: 788	et	249	
(5)	»	: 126,9,	»	: 940	et	165	

» 8. On voit par ces nombres que les réactions qui dégagent le plus de chaleur sont, par une sorte de compensation, celles qui produisent le moindre volume de gaz; cette inégalité, un peu atténuée, subsisterait si les gaz retenaient toute la chaleur développée. L'équivalence thermique et volumétrique des équations (2) et (4), toutes deux relatives à la formation de l'oxyde de carbone, formation simultanée tantôt avec la carbonate, tantôt avec le sulfate, est remarquable.

» 9. D'après cette théorie, les analyses qui ont fourni le maximum de carbonate doivent répondre à 781 calories et 270 centimètres cubes de gaz permanents; celles qui ont fourni le maximum de sulfate, à 776 calories et 267 centimètres cubes : tous ces volumes gazeux ne s'écartent guère des 280 centimètres cubes trouvés en fait par MM. Noble et Abel.

» La chaleur calculée d'après les nombres des analyses (l'hyposulfite étant écarté) est à peu près la même dans tous les cas : ce qui est également conforme à leurs expériences. Mais sa valeur absolue, d'après mes calculs, l'emporte d'un dixième sur celle qu'ils ont trouvée : ce qui tient surtout, je pense, à ce que des causes d'erreur, expliquées ailleurs (voir plus loin, *Rapport sur un Mémoire de MM. Noble et Abel,* p. 491), ont amené une perte notable de chaleur, dans leurs essais calorimétriques. En effet, les chiffres des autres expérimentateurs, MM. de Tromenec, Roux et Sarrau, sont plus élevés et plus voisins de la théorie.

» 10. Donnons encore deux équations subsidiaires, l'une pour la poudre avec excès de nitre :

$5AzO^6K + 3S + 8C = 3SO^4K + 2CO^3K + 6CO^2 + 5Az$: 1 gr. dég. 870^{cal} et 204^{cc};

(*) En admettant : $Az + O^6 + K = AzO^6K$ dégage $+ 97^{Cal},0$;
$S + O^4 + K = SO^4K : + 175,4$; $K + S = KS : + 51,1$;
C (carbone du charbon de bois) $+ O = CO : + 14,0$;
$C + O^2 = CO^2 : + 48,5$; $C + O^3 + K = CO^3K : + 140,4$.

l'autre pour la réaction limite :

$$AzO^6K + S + 6C = KS + 6CO + Az.$$

1 gramme d'une telle poudre, qui subirait une telle transformation, dégagerait seulement 249 calories; mais, par compensation, elle produirait 510 centimètres cubes de gaz.

» 11. *Dissociation.* — C'est ici le lieu de parler de la dissociation, question fort intéressante, et dont MM. Noble et Abel ne semblent pas s'être rendu un compte exact, s'étant attachés à combattre une opinion précisément contraire à celle que j'avais présentée (*Sur la force de la poudre*, 2[e] édition, p. 81 à 84, 1872). Les effets de la dissociation se rapportent surtout aux phénomènes de détente; ils restituent à mesure aux gaz une portion de la chaleur perdue pendant le refroidissement, ou transformée en travail mécanique. Mais, loin d'accroître la tension des gaz pendant l'explosion même, la dissociation des gaz la diminue toujours, à cause de l'abaissement dans la température de la réaction, qui en est la conséquence. En effet, j'ai prouvé (*Annales de Chimie et de Physique*, 4[e] série, t. XXII, p. 135) que, *dans tous les cas de réaction directe, la combinaison chimique des gaz, avec formation de produits gazeux, à pression constante, donne lieu à un accroissement de volume, les produits étant supposés conserver la chaleur dégagée par la combinaison.*

Réciproquement, la dissociation donne toujours lieu à un volume gazeux inférieur au volume calculé, dans l'hypothèse d'une réaction totale, opérée sans perte de chaleur. Par exemple, 1 volume d'oxyde de carbone et un $\frac{1}{2}$ volume d'oxygène donneraient naissance à 25 volumes d'acide carbonique, s'il n'y avait pas dissociation. De même, au lieu de 20 volumes de vapeur d'eau, on ne retrouve par la dissociation que 1 volume d'hydrogène et $\frac{1}{2}$ volume d'oxygène, à cause de l'absorption de chaleur qui en est la conséquence, etc.

» 12. Quelques mots maintenant sur les *produits accessoires.*

» Le *sulfocyanure* paraît dériver des deux réactions suivantes :

$$\left\{\begin{array}{l} 8C + AzO^6K = 6CO + C^2AzK \text{ (dégage } + 35^{Cal},7 \text{ à zéro)} \\ C^2AzK + S^2 = C^2AzKS^2 \end{array}\right.$$

» La coexistence d'un peu de *cyanure* semble probable, d'après ce qui précède, ainsi que celle du *cyanate :*

$$6C + AzO^6K = 4CO + C^2AzKO^2 \text{ (dégage } + 78,5 \text{ à zéro)};$$

mais le cyanate doit être changé ensuite par la vapeur d'eau en carbonate de potasse, acide carbonique et ammoniaque :

$$C^2AzKO^2 + 4HO = CO^3K + CO^2 + AzH^3 + HO \ (+ 9^{Cal} \text{ à haute température}).$$

» L'acide carbonique, l'ammoniaque et l'eau se combinent pendant le refroidissement : telle me paraît être l'origine du *sesquicarbonate d'ammoniaque* signalé par les auteurs. Une portion pourrait d'ailleurs tirer sa source de l'hydrogène du charbon employé.

» La *vapeur d'eau* elle-même, dont on vient d'invoquer l'influence, dérive en partie de l'eau hygrométrique de la poudre, en partie de l'hydrogène contenu dans le charbon : la quantité est trop faible pour intervenir dans les réactions principales; mais elle est l'origine de la plupart des réactions accessoires.

» En effet, l'*hydrogène sulfuré* dérive du sulfure alcalin, de l'acide carbonique et de l'eau :

$$KS + CO^2 + HO = CO^3K + HS \ (\text{dégage } +13{,}6 \text{ à haute température}).$$

L'*hydrogène* dérive du charbon et de la vapeur d'eau :

$$C + HO = CO + H \ (\text{dégage } + 5, \text{ à haute température}).$$

Le *gaz des marais* enfin résulte de la décomposition pyrogénée du charbon de bois.

» J'ai discuté ailleurs (voir ce Recueil, p. 400) la formation de l'*hyposulfite de potasse* et montré que ce corps ne saurait préexister qu'à dose très-faible, formée probablement pendant le refroidissement et d'après l'équation

$$2KS + 3SO^2 = S^2O^3K + 3 \ (\text{dégage } + 56{,}2 \text{ à zéro}).$$

» Ainsi le sulfocyanure, le cyanate, l'hydrogène et le gaz des marais seraient des produits primitifs, formés par des actions locales et soustraits par un brusque refroidissement à l'action des autres produits qui tendent à les détruire; tandis que le carbonate d'ammoniaque, l'hydrogène sulfuré et l'hyposulfite de potasse seraient consécutifs et formés pendant la période de refroidissement. Ajoutons d'ailleurs que toutes les réactions signalées ici sont exothermiques.

» 13. Résumons-nous. L'explosion de la poudre donne d'abord naissance à tous les corps possibles, c'est-à-dire à tous les corps stables dans les conditions de l'expérience, qui sont principalement le sulfure, le sulfate, le carbonate potassiques, ainsi que l'acide carbonique, l'oxyde de

carbone, l'azote et la vapeur d'eau. Ces corps prennent naissance dans des proportions relatives, qui varient avec les circonstances locales de mélange et d'inflammation. S'ils restaient en contact pendant un temps suffisant, ils éprouveraient des actions réciproques, capables de les amener à un état unique, celui qui répond au maximum de chaleur dégagée, c'est-à-dire l'état de sulfate et d'acide carbonique, d'après l'équation (5); mais le refroidissement subit qu'ils éprouvent ne permet pas à cet état de se réaliser. Cependant chacun de ces produits n'en est pas moins formé suivant une loi régulière, et la transformation chimique de la poudre est exprimée dans tous les cas par un système simultané d'équations très-simples. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Recherches sur un sulfate qui paraît contenir un nouvel oxyde de manganèse;* par M. É. Fremy.

« Tous les chimistes connaissent le liquide d'un rouge vineux qui se forme, dans la préparation de l'oxygène, lorsque l'acide sulfurique concentré agit sur le peroxyde de manganèse. La constitution de ce composé est encore incertaine.

» J'ai essayé souvent de déterminer sa composition, mais, jusqu'à présent, mes efforts ont été infructueux, parce que ce corps est d'une grande instabilité, qu'il est décomposé par la chaleur et par l'eau, qu'il ne se forme jamais qu'en proportion très-faible, et qu'il n'est produit que par certains échantillons de peroxyde de manganèse. J'ai donc cherché à préparer ce composé par une autre méthode, et à l'obtenir dans un état de pureté qui me permettrait d'en faire l'analyse.

» En étudiant les principales propriétés du liquide coloré qui prend naissance dans l'action de l'acide sulfurique sur l'oxyde de manganèse, j'ai cru reconnaître qu'il devait avoir pour base un oxyde qui se placerait, par son degré d'oxydation, entre le protoxyde et le sesquioxyde de manganèse : j'ai eu alors la pensée, pour le produire, de faire agir un sel de sesquioxyde de manganèse sur un sel de protoxyde. Dans ces conditions, le sel que je voulais étudier s'est formé de la manière la plus régulière et la plus facile : je l'ai même obtenu à l'état cristallisé.

» Pour engendrer ce sel, j'ai préparé d'abord le sulfate de sesquioxyde de manganèse en traitant le permanganate de potasse par un excès d'acide sulfurique trihydraté. L'acide permanganique, qui, dans cette réaction, est isolé sous forme huileuse, se décompose peu à peu, dégage de l'oxygène

et finit par produire du sulfate de sesquioxyde de manganèse, qui colore la liqueur en jaune.

» En versant dans ce liquide, qu'il faut laisser en grand excès et qui doit rester très-acide, une dissolution saturée de sulfate de protoxyde de manganèse, on obtient immédiatement une liqueur colorée en rouge vineux, qui laisse déposer des tables hexagonales peu solubles dans l'acide sulfurique : ces cristaux sont déliquescents et décomposés par l'eau, par la chaleur et par le papier; on ne peut donc les dessécher et les purifier qu'au moyen de la porcelaine dégourdie.

» Lorsque les deux dissolutions salines sont concentrées, au moment de leur mélange, elles se prennent souvent en masse cristalline.

» Le sel qui se produit dans les conditions que je viens d'indiquer est précisément celui que je cherchais; c'est lui qui prend naissance dans la réaction de l'acide sulfurique sur le peroxyde de manganèse, et qui donne à la liqueur une coloration d'un rouge vineux : on comprend, en effet, que l'acide sulfurique, en agissant sur l'oxyde de manganèse, puisse former à la fois du sulfate de protoxyde et du sulfate de sesquioxyde de manganèse.

» C'est probablement ce corps qui se forme lorsqu'on introduit du sesquioxyde de manganèse dans une dissolution acide de sulfate de manganèse : les chimistes qui ont constaté sa production lui ont donné le nom de sulfate manganéso-manganique. Ce sel se dissout dans l'acide sulfurique trihydraté, qu'il colore en rose violacé, mais est décomposé immédiatement par l'eau; il se précipite, dans ce cas, un oxyde brun de manganèse; le liquide retient un mélange de sulfate de protoxyde de manganèse et d'acide sulfurique.

» C'est sur cette décomposition que j'ai basé le mode d'analyse du nouveau sel; il m'était facile, en effet, d'isoler ainsi ses éléments constitutifs et d'en déterminer les proportions.

» L'analyse de ce composé se rattache à l'étude des oxydes de manganèse que je termine en ce moment : je demande donc à l'Académie la permission de remettre à une prochaine Communication tous les détails analytiques qui se rapportent au nouveau sel et aux oxydes salins du manganèse. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur l'influence que la terre végétale exerce sur la nitrification des substances azotées d'origine organique, employées comme engrais;* par M. **Boussingault.** (Extrait.)

« Les substances azotées, quand elles sont disséminées dans des mélanges terreux analogues à ceux qui constituent la terre végétale, donnent lieu à une production de nitrates. C'est ce que l'on constate dans les nitrières naturelles ou artificielles, comme dans les sols cultivés où l'on incorpore du fumier. Dans tous les cas, la nitrification est lente; elle n'a lieu qu'autant qu'il y a présence d'oxygène et une humectation convenable. Des recherches antérieures ont établi que l'azote gazeux de l'atmosphère ne concourt pas directement à la formation des composés nitrés. Ainsi une terre végétale, après avoir été confinée pendant onze ans dans un grand volume d'air qu'on ne renouvelait pas, a été fortement salpêtrée; mais la quantité totale d'azote, dosée au commencement et à la fin de l'observation, n'a pas changé sensiblement; les analyses parurent même indiquer qu'elle était un peu moindre dans la terre salpêtrée; ce qui, au reste, est conforme à ce que MM. Lawes, Gilbert et Pugh ont reconnu (1).

» Pour étudier comparativement l'influence de la terre végétale et celle de ses éléments minéraux sur la nitrification des matières organiques azotées, voici comment on a procédé :

» Le mélange de chaque substance avec le sable, avec la craie, avec la terre végétale ou la terre seule, pris comme terme de comparaison, était introduit dans un flacon en communication avec l'atmosphère par un tube très-étroit, après avoir été humecté avec un volume d'eau bien inférieur à celui qui eût été nécessaire pour obtenir le maximum d'imbibition.

» Les flacons comprenant les mélanges sont restés pendant cinq ans dans une chambre éclairée à l'ouest.

» Les substances organiques, dont on connaissait la teneur en azote : la paille de froment, le tourteau de colza, les os en poudre, la râpure de corne, les chiffons de laine, la chair et le sang de cheval des abattoirs d'Aubervilliers avaient été répartis :

» 1° Dans du sable de Fontainebleau lavé et calciné;

» 2° Dans de la craie de Meudon lavée et séchée;

(1) *Proceedings of the Royal Society*, june 21; 1860. — *Agronomie, Chimie agricole et Physiologie*, t. V, p. 311, 2e édition.

» 3° Dans une terre végétale argilo-siliceuse, renfermant moins de 0,02 de calcaire;

» 4° Dans un flacon on avait mis de la même terre, sans aucune addition. La composition, les propriétés physiques des bases minérales du sol exercent, sans aucun doute, une action sur la nitrification; ainsi, on croit généralement qu'elle s'accomplit mieux dans une terre calcaire que dans une terre argileuse, que dans une terre sablonneuse; on en suit les progrès, mais sans pouvoir assigner la part d'activité attribuable à chacun des éléments en présence; on se borne à reconnaître leur action collective, c'est la conséquence de la constitution complexe des terrains en culture, ou des matériaux que rassemblent les salpêtriers pour former une nitrière. Dans les deux cas, l'argile, le sable, le calcaire se trouvent en contact avec des débris végétaux, des déjections d'animaux, des fumiers, de l'humus, encore si mal connu, mais qui est incontestablement un puissant agent de fertilité.

» C'est pour apprécier isolément l'influence de deux des éléments minéraux importants des sols cultivés, le sable et le calcaire, en la comparant à celle exercée par la terre végétale, que ces expériences ont été instituées dans les conditions que je viens d'indiquer.

» En 1865, on a dosé, dans les mélanges et dans la terre non mélangée, l'acide nitrique et l'ammoniaque développés dans le cours de cinq années.

» Je ne puis rapporter ici les nombreuses analyses que j'ai eu à exécuter; je me borne à en citer les résultats généraux :

» Dans le sable, les substances organiques auxquelles il servait d'excipient, n'ont fourni que des traces d'acide nitrique et d'ammoniaque; il en a été de même avec la craie; il y a eu, toutefois, cette différence que l'indice de l'ammoniaque était plus prononcé.

» Le peu d'intensité de la nitrification constatée dans la craie est en contradiction avec l'opinion généralement professée sur les effets favorables du calcaire dans la formation du salpêtre; mais ce résultat s'accorde avec ce que j'ai eu l'occasion d'observer dans mes recherches sur le chaulage et le marnage.

» C'est dans la terre végétale, déjà nitrifiable spontanément, que toutes les matières organiques azotées ont développé le plus d'acide nitrique et, je puis ajouter, le moins d'ammoniaque. En effet, en consultant un tableau résumant les analyses, on trouve que 100 de matières azotées ont donné, en moyenne, 21,61 d'acide nitrique = azote 5,6, la moitié environ de leur azote constitutionnel.

» La nitrification spontanée de la terre végétale doit, d'ailleurs, avoir

une limite, par la raison que les principes azotés qui s'y rencontrent ne sont pas tous nitrifiables. Nous voyons, par exemple, que 100 grammes de la terre mise en expérience n'ont produit, en cinq années, que $0^{gr},11$ d'acide nitrique = azote $0^{gr},0285$, les 0,14 de l'azote entrant dans sa composition; mais qu'en incorporant à ces 100 grammes de terre 1 gramme de sang desséché, on a eu $0^{gr},50$ d'acide nitrique dont $0^{gr},39$ = azote $0^{gr},10$ peuvent être attribués au sang. C'est bien à l'influence de la terre végétale qu'est due, pour la plus grande partie, l'oxydation de cet azote, puisque dans le sable, dans la craie, le sang n'a fourni que des traces de nitrates. »

MINES. — *Sur le feu grisou*. Note de M. FAYE.

« M. Berthelot a fait remarquer, à la suite de ma Communication sur le feu grisou, que les gaz combustibles qui se dégagent dans une mine ne peuvent pas être brûlés au fur et à mesure qu'ils se produisent, mais qu'ils constituent avec l'air des galeries un mélange d'abord inexplosible, ce mélange n'acquérant la propriété de détoner qu'au moment où le gaz, graduellement accumulé dans l'atmosphère, atteint une certaine limite.

» Je réponds que le mélange des gaz avec l'air ne s'opère pas instantanément; leur diffusion exige un temps plus ou moins long, tandis que l'ascension de l'hydrogène protocarboné, dans des parties supérieures des galeries, s'opère immédiatement, à cause de sa très-grande légèreté spécifique. Dès lors, c'est dans ces parties supérieures que le gaz acquerra d'abord la proportion inflammable et pourra être brûlé sans danger.

» Il est difficile de se faire *a priori* une idée nette de la vitesse de diffusion de ce gaz dans l'air. Si elle dépendait simplement de la différence des densités, elle serait à peu près celle du gaz de l'éclairage, ou même celle de l'acide carbonique. Or il existe, dans la nature, des faits qui nous permettront d'apprécier jusqu'à un certain point les résultats : ce sont les émanations de ce dernier gaz qui viennent du sol de certaines grottes. Le gaz se tient, à cause de sa lourdeur, dans les parties basses et s'y accumule. Sa diffusion dans l'atmosphère de la grotte se fait assez lentement pour que l'air se renouvelle peu à peu par simple communication avec l'air libre, et pour qu'un homme puisse y respirer, tandis qu'un animal dont la tête est basse y tombe asphyxié. C'est le phénomène inverse qui doit se passer dans les galeries de mine, avec cette différence, il est vrai, que le gaz, du moins celui qui sort du sol lui-même, se trouve dans des circonstances plus favorables à la diffusion. J'estime que, malgré cette différence, la couche

supérieure de l'air dans les galeries se comportera par rapport à l'hydrogène protocarboné comme la couche inférieure de l'air dans les grottes par rapport à l'acide carbonique, c'est-à-dire qu'il sera riche en gaz bien avant la masse entière de l'air, et présentera dès lors, bien avant celle-ci, au plafond, la proportion nécessaire à l'inflammabilité du mélange. On peut donc profiter de cette différence pour détruire le gaz au fur et à mesure de sa production, sans lui laisser le temps de former avec l'atmosphère de la mine un mélange explosible, dont l'inflammation détermine des catastrophes si épouvantables (1). Il serait d'ailleurs facile de s'en assurer en analysant de l'air pris à diverses hauteurs dans une chambre où l'on imiterait les fuites de grisou.

» L'emploi de la lampe à toile métallique à laquelle il a fallu successivement apporter tant de modifications, qui, à elles seules, en attestent le danger, a précisément pour effet de laisser au gaz tout le temps nécessaire pour se répandre dans l'air par voie de diffusion (2), et pour transformer celui-ci en une formidable masse explosive. »

M. Berthelot fait observer que, dans les cas spéciaux où l'inflammation locale d'une nappe de grisou serait possible, elle exposerait à l'incendie de la mine, accident des plus redoutables. Les risques d'asphyxie seraient accrus, à cause de la disparition d'une partie de l'oxygène de l'air et de la production inévitable d'une certaine quantité d'oxyde de carbone. En outre, la combustion d'une masse notable de gaz est accompagnée par une série de dilatations et de condensations, qui mélangent le gaz combustible avec les couches d'air voisines et exposent à reproduire ainsi les proportions du mélange détonant, et, par suite, à déterminer le danger que l'on voulait prévenir. Telles sont les raisons qui ont fait abandonner cette pratique, inefficace d'ailleurs dans la plupart des circonstances.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les méthodes en Météorologie;* par M. Ch. Sainte-Claire Deville.

« J'ai lu avec le plus vif intérêt et, je puis dire, avec le plus grand plaisir, la dernière Note, insérée aux *Comptes rendus* de la dernière séance par

(1) Et favorise en particulier l'embrasement de la mine dont les galeries, devenues inaccessibles pour un temps plus ou moins long, ne permettent plus de prendre les mesures nécessaires pour combattre l'incendie.

(2) Cette diffusion est favorisée par les courants puissants qu'on est obligé actuellement

notre confrère M. Faye, et je désire y ajouter, de mon côté, quelques réflexions.

» Et d'abord, je ne puis que me féliciter de voir le savant astronome s'occuper de Météorologie. Son exemple sera sans doute suivi, et c'est le cas de signaler ici un nouvel exemple des alternatives de faveur et d'indifférence que subissent, en France, les sciences, comme tout le reste. Dans les trente premières années de ce siècle, grâce aux efforts de Humboldt, d'Arago, secondés par notre éminent confrère M. Boussingault, la Météorologie fut grandement en honneur, et quelques-unes des plus intéressantes *Notices* de l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* en font foi. Tout au contraire, pendant les trente années qui suivirent, à cet enthousiasme succéda une grande froideur, pour ne pas dire plus. Vers 1839, les hommes qui, comme Bravais et M. Martins, cultivaient encore cette science, ou ceux qui, comme M. Renou en Afrique, et moi-même en Amérique, allaient étudier les climats différents des nôtres, ne recueillaient guère qu'une profonde indifférence.

» Mais, en 1854, pendant la guerre de Crimée, une circonstance célèbre, l'ouragan qui dévasta la mer Noire le 14 novembre, avait attiré l'attention de l'administration et des savants français. Nous fîmes alors cette découverte que, tandis que l'on professait chez nous pour la Météorologie le plus profond dédain, en Belgique, en Allemagne, mais surtout en Angleterre et en Amérique, une nouvelle méthode, la *méthode dynamique* avait pris naissance. M. Le Verrier, directeur de l'Observatoire de Paris, prit alors l'initiative de la publication d'un *Bulletin météorologique international*. Bien que l'exemple ait été suivi par d'autres nations et que nous soyons aujourd'hui grandement dépassés par elles, ce fait ne fut pas moins l'occasion d'un immense progrès dans cette voie nouvelle. Pour ne citer que nos compatriotes : MM. Liais, Marié-Davy, de Tastes, Peslin, Tarry, Cousté, etc., s'y sont distingués; et « depuis deux ans » notre savant confrère M. Faye s'y est précipité, non-seulement avec l'ardeur de conviction commune à tous les nouveaux convertis, mais aussi avec le talent de discussion que nous lui connaissions depuis longtemps.

» Pendant ce temps, la vieille méthode, la *méthode statique*, n'était pas restée inactive. Le procédé des moyennes, qu'elle suivait à peu près exclusivement autrefois, l'avait un moment acculée, et l'on a peine à concevoir qu'un esprit aussi distingué que M. Dove, mais surtout, et à son exemple, le Congrès météorologique de Vienne, en 1873, recommande encore de

---

d'entretenir dans les galeries, mais qu'il serait possible de modérer dans le système que nous proposons.

grouper, de cinq en cinq jours, les moyennes diurnes qu'on veut discuter, sans s'apercevoir qu'on diminue ainsi, que souvent même on dissimule complétement les *inégalités* de la température, qui ne sont pas des anomalies, mais résultent au contraire de lois qu'il s'agit de définir et de constater dans leurs effets périodiques (1). Mais depuis longtemps déjà, en France, deux de nos correspondants, Fournet et Fr. Petit; en Écosse, James Forbes, avaient signalé la nécessité d'étudier chaque jour à part, et les variations d'un jour à l'autre. Seulement ils pensaient que les variations se détermineraient avec d'autant plus de précision et d'exactitude qu'ils pourraient accumuler sur chaque jour la moyenne d'un plus grand nombre d'années. J'ai montré, depuis lors, qu'il n'en est rien : les jours critiques étant susceptibles de varier dans certaines limites d'une année à l'autre, il en résulte qu'il est nécessaire d'étudier à part chaque jour de chaque année (2).

» Je ne doute pas un instant que, lorsque l'esprit, aussi impartial qu'ouvert à la vérité, qui anime notre savant confrère, l'aura porté à s'occuper de Météorologie statique, il n'y découvre des mérites comparables à ceux qu'il reconnaît avec tant de raison à la Météorologie dynamique.

» Maintenant, et en terminant ce court historique des progrès de la Météorologie, je suis obligé de signaler un point de la Note de M. Faye, sur lequel je suis avec lui en complet désaccord. Pour cela, je demande à emprunter d'abord à sa Communication les lignes suivantes :

» Ces derniers mots indiquent assez que je conçois, en Météorologie, une branche nouvelle, entièrement distincte de l'ancienne et capable de progresser, lorsque celle-ci est,

(1) On peut se demander quel est le motif qui a fait choisir le nombre de cinq jours. C'est tout simplement que la moyenne diurne se concluant le plus souvent de la demi-somme des deux extrêmes, on n'a qu'à additionner les cinq maxima et les cinq minima et reculer, dans la somme, la virgule d'un rang vers la gauche. Les années bissextiles ne donnant pas un nombre de jours multiple de 5, il en résulte que le premier jour de l'année, et, par suite, tous les autres sont indifféremment le premier, le second, ..., le cinquième de la *pentade;* de sorte que les nombres ainsi obtenus ne sont même pas comparables d'une année à la suivante. Si les directeurs d'observatoires veulent combiner cinq à cinq leurs moyennes diurnes, ce n'est pas en prenant cinq jours consécutifs, mais en associant dans la même moyenne les 1, 6, 11, 16, etc.; les 2, 7, 12, 17, etc..... Ils obtiendront ainsi, pour chaque année, 73 nombres qui leur permettront de définir la *période quinquediurne.*

(2) J'ai même prouvé (*Bulletin quotidien de l'Observatoire météorologique central de Montsouris,* autographié) que, lorsqu'on possède, pour chaque jour, les huit observations normales 1, 4, 7, 10; 1, 4, 7, 10, on peut obtenir, pour le baromètre comme pour le thermomètre, deux ordonnées comparables pour chaque jour.

depuis longtemps, condamnée à lutter contre l'évidence des faits. L'ancienne théorie place, *a priori*, l'origine des grands phénomènes atmosphériques dans les couches basses, au ras du sol; puis elle affirme que, de ce point de départ, où règne d'ordinaire un calme complet, des actions mécaniques puissantes prennent naissance, puis montent, en se développant, jusqu'aux couches les plus élevées de notre atmosphère... L'autre branche, la nouvelle, rapporte, au contraire, l'origine des mêmes phénomènes aux courants supérieurs de la région des cirrhus; elle montre, par l'étude des faits, que les actions mécaniques qui prennent naissance dans cette région où règne le mouvement, où la force se manifeste sur une échelle considérable, se propagent vers le bas jusque dans la région des nimbus et très-souvent jusqu'au sol lui-même. La première cherche la force dans une région où il n'y en a pas; la seconde la cherche dans une région où évidemment elle se trouve.

» Mon avis est que cette *branche nouvelle* de la Météorologie n'est qu'un faible rameau d'une branche bien autrement étendue, dont on peut faire remonter la découverte première à Brandes, puis à Mædler et à Quételet, mais qui n'a réellement pris une forme distincte qu'après le travail d'Ad. Erman, en 1840, suivi bientôt des recherches de Frédéric Petit, notre savant Correspondant.

» L'idée n'était d'abord qu'en germe : Brandes, Mædler, Quételet constataient un *fait* : le retour périodique annuel de certaines oscillations de la température. Erman et Petit, en les définissant plus nettement, ont émis l'*hypothèse* que ces retours périodiques des mêmes phénomènes pouvaient être attribués à l'influence des matières cosmiques, des étoiles filantes, s'interposant périodiquement entre le Soleil et la Terre.

» Depuis lors, le premier côté de la question a été étudié avec soin. Le fait du retour périodique des inégalités ou perturbations de la température a été établi d'une manière incontestable. Il y a quelques jours encore, les *saints de glace* de février amenaient, avec un froid intense, précédé et suivi d'une chaleur anormale, le cortége des maladies et même des mortalités, dont notre Académie a subi, hélas! le triste contre-coup (1). Dans quelques semaines, l'oscillation de la mi-mars ne fera pas non plus défaut.

» Quant à l'hypothèse, appuyée aujourd'hui par la belle découverte de M. Schiapparelli, elle a cet avantage à mes yeux que, beaucoup mieux que la théorie nouvelle, elle va chercher la cause où elle gît réellement.

» Elle dit, en effet, à la théorie nouvelle : « Vous trouvez du mouve-
» ment dans la région des cirrhus et vous croyez avoir trouvé le principe

(1) Du 13 au 20 février 1876, l'Institut de France a perdu cinq de ses membres. Les anciens ne semblent pas avoir ignoré cette influence néfaste du mois de février : car le mot *februarius* vient sans doute de *febris*, fièvre.

» de la force; mais il n'en est rien; ce mouvement, comme la formation des
» cirrhus, qui l'accompagne, n'est qu'un effet; la force primitive est une
» action calorifique, c'est le rayonnement solaire, qui est périodiquement
» modifié par l'interposition de matière cométaire. Un jour, on saura cal-
» culer le passage de toutes ces masses cosmiques, et l'on prédira avec cer-
» titude aussi le passage périodique de ces grandes tourmentes atmosphé-
» riques. »

» Je soumets, à mon tour, à mon savant et bienveillant confrère l'examen de cette théorie, qui n'est qu'en partie nouvelle. »

NAVIGATION. — *Proposition faite par Bouguer, en 1726, pour faire relever, sur les journaux de tous les navires, par les professeurs d'Hydrographie, les renseignements utiles à la navigation.* Communication de M. DE LA GOURNERIE.

« Les Archives de la Marine contiennent quelques pièces de Bouguer. Autorisé par M. le Ministre à en prendre connaissance, j'ai trouvé dans une lettre écrite à Maurepas, le 1er janvier 1726, une proposition importante sur la manière d'utiliser les renseignements donnés par les journaux des navires.

» Bouguer, alors professeur d'Hydrographie au Croisic, présente d'abord au Ministre ses vœux à l'occasion de la nouvelle année, puis il ajoute :

« Je me proposais, Monseigneur, de tâcher simplement d'exprimer ainsi mes souhaits à Votre Grandeur; mais, afin de ne la point importuner par une autre lettre, je rendrai, s'il vous plaît, celle-ci un peu plus longue. Les pilotes et maîtres de navires sont obligés, par l'Ordonnance de la Marine de 1681, de déposer leurs journaux aux greffes de l'Amirauté au retour de toutes leurs campagnes; mais cela ne s'observe presque point, parce qu'on s'est sans doute aperçu que c'est embarrasser les greffes de l'Amirauté de beaucoup de papiers inutiles. En effet, comme les journaux ne sont qu'une simple relation des routes du navire et de l'endroit où l'on croit être chaque jour, ils ne contiennent que très-peu de choses intéressantes, et si l'on excepte quelques remarques sur la variation ou la déclinaison de l'aiguille aimantée et sur la direction ordinaire des courants, etc., le reste ne peut pas avoir la moindre utilité après le voyage. Mais, Monseigneur, si l'on communiquait immédiatement aux hydrographes, et seulement pour quelques jours, les journaux de tous les voyages de long cours, ils pourraient faire facilement des extraits de tout ce que ces papiers contiendraient de considérable : chaque journal ne fournirait que cinq ou six articles, cinq ou six observations; mais les journaux de toutes les campagnes en fourniraient un très-grand nombre. Ces observations pourraient être, dans la suite, d'un grand secours pour les marins, et si elles ne répandaient pas de la lumière sur la Physique, elles apprendraient au moins toujours des faits et serviraient à perfectionner l'Histoire naturelle. On trouverait peut-être encore d'autres avantages : car on pourrait charger les pilotes de faire des remarques

sur la situation et le gisement des terres qu'ils verraient, et ces remarques, rassemblées en grand nombre, comparées les unes aux autres et jointes avec les déterminations exactes que le Roi a fait faire des principaux caps et des endroits les plus considérables, nous mettraient bientôt en état de former des cartes hydrographiques beaucoup plus exactes que celles que nous avons. De cette sorte, tous les marins travailleraient à la perfection de la navigation, sans pouvoir se plaindre de la peine qu'on leur donnerait, puisqu'ils seraient les premiers à en ressentir le fruit, et que, d'ailleurs, ils jouissent presque toujours en mer d'un très-grand loisir. Peut-être encore que, sans trop présumer de l'adresse des plus simples pilotes, on pourrait les charger de remarquer les changements du baromètre et du thermomètre, et de faire quelques autres expériences. Toutes ces observations seraient recueillies par les hydrographes, dans tous les ports de France, et si nous avions l'honneur de vous les adresser de temps en temps, Monseigneur, elles formeraient un corps considérable qui n'aurait cependant coûté que très-peu de peine à chaque personne. Peut-être que Votre Grandeur ne trouvera rien à approuver dans cette proposition, mais j'aurai toujours eu l'avantage de l'assurer du très-profond respect avec lequel je serai éternellement, etc.

» *Signé :* BOUGUER, hydrographe.

» Au Croisic, ce 1er janvier 1726. »

» L'idée de rechercher dans les journaux de bord des renseignements utiles à la navigation est très-ancienne. Ainsi que Bouguer le rappelle, l'ordonnance de 1681 prescrivait le dépôt des journaux aux greffes de l'Amirauté. En 1720, un décision royale chargea un officier de l'examen et de la garde des journaux, rapports et mémoires envoyés par les commandants des vaisseaux à leur retour de la mer : ce fut l'origine du dépôt des plans et cartes qui a rendu tant de services.

» La disposition proposée par Bouguer eût offert l'avantage d'utiliser d'une manière effective tous les journaux, sans les retirer des mains des capitaines qui désirent, en général, les conserver. Elle aurait d'ailleurs probablement conduit les marins à développer leurs observations suivant les indications des hydrographes.

» Le mouvement scientifique considérable dont la Météorologie est maintenant l'objet a été provoqué principalement par des travaux faits d'après des données recueillies dans des journaux de bord, et pour la réunion desquelles on a suivi une marche analogue à celle qu'un siècle auparavant Bouguer avait indiquée à Maurepas.

» J'ai pensé que l'Académie écouterait avec intérêt la lecture d'une lettre où l'un de ses anciens membres montre dans une question importante une grande justesse d'appréciation. Je prépare sur la vie et les travaux de Bouguer une publication qui, sans ajouter à sa renommée, depuis longtemps

établie sur des bases solides, fera, je crois, mieux apprécier la sûreté de son jugement, son ardeur pour la science et son dévouement à notre pays. »

M. **Dupuy de Lôme**, en faisant hommage à l'Académie, au nom de M. *Ledieu*, l'un de ses Correspondants, d'un Ouvrage qu'il vient de publier sous le titre « Les nouvelles machines marines », s'exprime comme il suit :

« Cet Ouvrage se compose d'un beau volume de 368 pages, auquel est joint un atlas donnant les plans détaillés des divers types des nouvelles machines qui ont paru depuis 1862, avec des tableaux comprenant toutes les données des dimensions principales de ces machines, de leurs chaudières, des navires qu'elles font mouvoir, enfin les résultats obtenus tant au point de vue de la vitesse et de l'utilisation de la force motrice que de la consommation de combustible.

» Le travail considérable auquel a dû se livrer l'auteur pour réunir tous ces documents précieux, la méthode avec laquelle il les a coordonnés suffiraient déjà pour mériter de grands éloges à la nouvelle publication de M. Ledieu; mais cet Ouvrage se recommande en outre par l'application que l'auteur a faite de la théorie mécanique de la chaleur à l'examen comparé des machines nouvelles.

» Cette doctrine de la Thermodynamique, qui fait partie depuis bientôt vingt ans du domaine de la science, n'a cependant pas encore pris place dans les écoles professionnelles.

» Cette partie intégrante des machines à feu paraît avoir été jusqu'à ce jour étrangère à leurs progrès. Ils se sont accomplis par l'intuition des inventeurs aidés de la théorie ordinaire de la chaleur, de la vaporisation des liquides, des vapeurs et des gaz fixes; mais on ne saurait mettre en doute que la vulgarisation de la théorie mécanique de la chaleur ne doive avoir pour résultat de hâter la marche en avant, en éclairant la route, jusqu'à ce jour trop obscure, dans laquelle se sont avancés, pour ainsi dire à tâtons, les hommes qui ont travaillé à l'amélioration des machines à feu.

» La méthode pratique avec laquelle M. Ledieu a fait application de la Thermodynamique est donc un grand service rendu au public industriel et aux ingénieurs constructeurs de machines. Son nouvel Ouvrage constitue ainsi un complément heureux de son premier traité « Sur les appareils » à vapeur de navigation », qui fait déjà autorité à l'étranger, et qui est souvent cité à côté des meilleures publications en ce genre. »

M. **Mouchez** adresse à l'Académie le Mémoire qui contient l'ensemble des observations faites, à l'île Saint-Paul, pour le passage de Vénus.

Ce document sera transmis à la Commission du passage de Vénus, qui doit prendre les mesures nécessaires pour en assurer la publication.

RAPPORTS.

BALISTIQUE. — *Rapport sur le Mémoire publié par M. le capitaine* Noble, *de l'artillerie anglaise, et par M.* Abel, *membre de la Société royale de Londres, sous le titre de « Researches on explosives fired gun powder ».*

(Commissaires : MM. le Général Morin et Berthelot.)

« L'important travail dont MM. Noble et Abel ont adressé un exemplaire à l'Académie est la suite et le complément des études déjà publiées en 1868 par le premier de ces savants expérimentateurs, en sa qualité de rapporteur de la *Commission des substances explosives*, créée en Angleterre pour l'examen des questions qui se rattachent aux effets des poudres.

» Le cadre des recherches entreprises par les auteurs s'est considérablement agrandi, et ils ont embrassé dans le Mémoire qu'ils viennent de publier les plus difficiles questions qui se rattachent à la balistique intérieure des bouches à feu et aux réactions chimiques auxquelles donne naissance l'explosion de la poudre.

» On en aura l'idée par l'examen du programme qu'ils se sont proposé de compléter et que nous allons faire connaître.

» Dans une introduction rapide, les auteurs, passant d'abord en revue les résultats des expériences des savants qui les ont précédés, signalent les divergences énormes des appréciations relatives à l'un des points les plus importants de la question, l'estimation de la pression maximum développée par les gaz de la poudre.

» Ils rappellent qu'en 1743 Robins l'estimait à 1000 atmosphères ; Hutton, en 1778, à 2000 ; Rumford, en 1797, à 9000, à 27000 et même à 101021 ; Piobert, en 1859, à 25000 ; Cavalli, en 1845, à 24000 ; le Comité d'artillerie de Prusse, à 1100 et à 1300 atmosphères ; le major américain Rodman, à 4900 et à 12000 atmosphères. MM. Bunsen et Schisckhoff, en 1857, au maximum, à 4374 atmosphères.

» L'incertitude de tant de divergences dans l'estimation des pressions

maximum développées par les gaz de la poudre dans les bouches à feu avait pour les progrès de la Science de graves inconvénients.

» Nous nous proposons de donner dans le Rapport suivant une analyse des importantes recherches auxquelles ces deux expérimentateurs se sont livrés et des remarquables résultats qu'ils ont obtenus.

» *Objet des expériences.* — 1° Déterminer la nature des produits de la combustion de la poudre brûlée dans des circonstances semblables à celles qui se présentent dans les bouches à feu et dans les mines;

» 2° Déterminer la tension des produits de la combustion au moment de l'explosion et les lois selon lesquelles la tension varie avec la densité gravimétrique de la poudre;

» 3° Déterminer si, et entre quelles limites, il existe des différences dans la nature et les proportions des produits par suite de diversités dans la densité et les dimensions des grains de la poudre;

» 4° Déterminer si, et entre quelles limites, il se manifeste des modifications par suite de la différence des pressions sous lesquelles la poudre est brûlée;

» 5° Déterminer le volume des gaz permanents dégagés par l'explosion.

» 6° Comparer les effets de l'explosion de la poudre en vases clos avec ceux de la même poudre brûlée dans l'âme des canons;

» 7° Déterminer la quantité de chaleur développée par la combustion de la poudre et en déduire la température au moment de l'explosion;

» 8° Déterminer la quantité de travail mécanique que la poudre peut développer sur un projectile dans l'âme d'un canon et par suite le travail théorique total qu'elle produirait si le canon avait une longueur indéfinie.

» Par ce seul exposé du programme, que les auteurs se sont tracé, on voit que les questions qu'ils se proposaient de résoudre étaient de deux ordres essentiellement distincts : les unes se rattachent aux réactions chimiques, les autres aux phénomènes mécaniques plus spécialement importants à considérer au point de vue du service de l'artillerie.

» *Explosion.* — On a fait détoner chaque variété de poudre dans le volume constant de cylindres d'acier très-épais et dont l'un pouvait contenir jusqu'à 1 kilogramme de poudre; le poids de cette dernière variait de façon à occuper de 1 à 9 dixièmes de la capacité.

» *Pression.* — La pression développée pendant l'explosion était mesurée par la compression d'un cylindre de cuivre: méthode qui a été aussi ap-

pliquée à l'étude des tensions successives de la poudre brûlée dans un canon.

» La *température de l'explosion* a été estimée d'après la fusion partielle des fils fins ou de feuilles minces de platine.

» *Chaleur dégagée.* — Pour la mesurer, on plaçait après l'explosion le cylindre (pesant par exemple $72^{kg},7$ et renfermant 246 grammes de poudre) dans un calorimètre où l'on ajoutait de l'eau (soit $9^{kg},900$). Le maximum s'étant produit au bout de vingt minutes dans l'exemple cité, on suivait encore pendant une demi-heure la marche du thermomètre. Ce procédé, que les auteurs eux-mêmes présentent avec quelque réserve, laisse beaucoup à désirer.

» En effet, l'explosion étant faite hors du calorimètre, une partie de la chaleur doit être déjà perdue au moment où l'on ajoute l'eau. En outre, la masse de l'eau ($9^{kg},9$) est beaucoup trop petite par rapport à celle du cylindre d'acier ($72^{kg},7$), et l'épaisseur des parois de ce dernier trop forte pour que la chaleur puisse être regardée comme également répartie, même au bout d'une heure de contact. Cette durée d'une expérience calorimétrique est d'ailleurs trop grande et, par suite, la correction du refroidissement trop notable et trop peu certaine; d'autant plus que les auteurs n'ont pas étudié la vitesse de refroidissement de leur système avant l'expérience.

» *Gaz.* — Après l'explosion, le cylindre était placé dans un gazomètre sur l'eau et ouvert.

» *Récolte des produits solides.* — Ils se présentaient comme une masse dure et compacte, noir verdâtre, peu homogène, très-déliquescente, exhalant une odeur sulfhydrique et parfois ammoniacale. Cette masse s'échauffait souvent rapidement, pendant qu'on la brisait avec des burins, au contact de l'air en raison d'une prompte absorption d'oxygène.

» Les produits destinés à l'analyse étaient pulvérisés dans une atmosphère d'azote; on opérait autant que possible sur la totalité.

II. — Résultats.

» *Produits généraux de l'explosion.* — 1 gramme de poudre brûlée en vase clos a fourni en moyenne $0^{gr},43$ de gaz, occupant 280^{cc} à $0°$ et $0^{m},760$; et $0^{gr},57$ de produits solides.

» Ces derniers affectaient l'état liquide, aussitôt après l'explosion. Ils occupaient à ce moment $0^{cc},60$ à $0^{cc},65$, volume qui se réduit presque à moitié à la température ordinaire. Les auteurs attribuent un rôle important, pendant la détente dans les armes, à ces produits solides ou liquides, qui res-

tituent au fur et à mesure de la chaleur aux gaz, au sein desquels ils se trouvent disséminés.

» *Pression.* — Dans un espace entièrement rempli de poudre elle serait de 6400 atmosphères. Dans un espace tel que la densité des produits gazeux soit δ, elle est exprimée par la formule

$$P = 6400^{\text{atm}} \times \frac{\delta}{1 - 0,6\delta},$$

qui représente suffisamment les nombres des expériences.

» *Température.* — Un calcul théorique fondé sur les résultats d'expériences relatives à la pression des gaz et à leur volume réduit à 0°, conduit les auteurs au chiffre 2231°; résultat concordant avec celui que signale la fusion partielle du platine (2200°).

Chaleur développée. — Elle a été trouvée égale à 702 calories pour 1 gramme de poudre F. G. et R. L. G. brûlée en vase clos; quantité que la détente des gaz réduirait à 695. Mais ces chiffres semblent trop faibles par les raisons exposées plus haut. M. de Tromeneuc a obtenu des valeurs plus fortes, 729 à 890.

» MM. Roux et Sarrau, de 729 à 810, suivant les poudres.

» *Analyses.* — Les auteurs donnent l'analyse développée des produits obtenus dans vingt-cinq expériences, faites avec quatre poudres distinctes, brûlées sous des pressions différentes : travail énorme dont on ne saurait leur être trop reconnaissant, malgré quelques réserves concernant l'hyposulfite de potasse (voir ci-dessus, p. 403).

» En voici le résumé sur 100 parties en poids :

			Moy.				Moy.
CO^3K	24	à 38	31,5	CO^2	25,0	à 27,5	26,5
SO^4K	27	à 14	9	CO	2,6	à 5,7	4
S^2O^3K	2	à 20	9	HS	0,6	à 1,8	1
KS	0	à 10,5	4	H	0,03	à 0,1	0,06
C^2AzKS^2	0	à 0,3	0,1	C^2H^4	0	à 0,16	0,06
AzO^6K	0	à 0,3	0,1	A_2	10,7	à 12,0	11,0
$3CO^2 2AzH^4O$	0	à 1,9	0,1	O	0	à 0,22	
S	0,05	à 5,3	3,0				

» *Effets mécaniques.* — Si, des recherches relatives aux réactions et aux produits chimiques, nous passons à l'examen des effets balistiques, plus spécialement importants pour le service de l'artillerie, nous aurons à signaler à l'attention de l'Académie les questions suivantes, traitées par MM. Noble et Abel.

» *Mesure des tensions développées par les gaz de la poudre brûlée en vase clos.* — En faisant varier les charges de poudre introduites dans le récipient clos, où elles devaient être brûlées, depuis celle qui le remplissait complétement jusqu'à celle qui n'occupait que les 0,05 de sa capacité, les auteurs ont pu étudier expérimentalement la relation qui lie les tensions des gaz produits à la densité gravimétrique de la charge ou à la densité moyenne des produits de l'explosion.

» Ayant aussi déterminé, à l'aide du chronoscope de M. Noble, la durée de la combustion, ils ont pensé pouvoir conclure de leurs expériences que cette durée, variable selon la vivacité de la poudre, n'a pas d'influence sensible sur les pressions.

» *Relation entre la pression des gaz en vase clos et leur densité.* — Cette relation a été signalée plus haut. Les auteurs ont constaté que la formule à laquelle ils sont parvenus représente avec une exactitude suffisante les résultats de l'expérience, non-seulement quand l'explosion a lieu en vase clos, mais encore dans les bouches à feu.

» *Observations sur le chapitre relatif aux pressions des gaz dans l'âme des canons.* — On voit, par ce qui précède, que, pour l'étude de cette partie si importante de la question, les auteurs ont employé concurremment deux moyens : l'un est l'appareil de compression qui leur a fourni la valeur des pressions, et l'autre le chronoscope de M. Noble, qui leur a servi à déterminer la loi du mouvement des projectiles. Nous croyons devoir signaler avec les auteurs les divergences qui se manifestent dans la mesure des pressions par le premier, lorsqu'on brûle des poudres vives, tandis qu'au contraire les deux modes conduisent à peu près aux mêmes résultats lorsqu'on fait usage des poudres à combustion lente.

» La discussion de deux séries complètes d'expériences exécutées avec des poudres, l'une lente, l'autre plus vive, sur un canon du calibre de $0^m,254$ a conduit les auteurs à cette conclusion remarquable, qu'avec la poudre vive le premier intervalle de $0^m,305$ parcouru par le projectile l'était en $0'',0025$, tandis qu'avec la poudre lente il ne l'était qu'en $0'',0051$.

» Sans s'attacher à représenter par des formules d'interpolation, qui eussent été trop complexes, tous les résultats des deux séries complètes d'expériences qu'ils étudiaient, les auteurs se sont bornés à l'examen de ce qui se passe dans les premiers instants du déplacement du projectile.

» Ils sont ainsi parvenus à des fonctions exponentielles entre le temps et

l'espace parcouru qui représentent aussi exactement que possible les résultats de l'expérience.

» Malheureusement, ces formules, qui exigent de longs calculs, contiennent des coefficients qui varient avec les calibres et avec les poudres, leur emploi est laborieux et elles ne paraissent pas avoir une utilité comparable à celle des résultats directs de l'expérience.

» *Travail mécanique développé par la poudre.*—La quadrature des courbes expérimentales, dont les abscisses étaient les volumes occupés par les gaz et les ordonnées les pressions correspondantes, permettait de déterminer la quantité de travail développée par les gaz dans une bouche à feu.

» A ce mode d'appréciation fondé sur l'observation directe les auteurs, se basant sur les relations qu'ils avaient établies entre les pressions et les volumes des gaz, sont parvenus à composer une expression théorique de la même quantité de travail.

» Les résultats déduits de cette formule appliquée à une charge de 1 kilogramme sont consignés dans un tableau à l'aide duquel il est facile de calculer, pour les poudres dont la densité est voisine de l'unité et pour un canon donné, la quantité de travail théorique développée par une charge quelconque.

» En comparant ensuite ces quantités de travail avec celles qui correspondent aux vitesses réalisées dans les différents calibres, MM. Noble et Abel ont déterminé par le rapport de ces quantités ce que l'on peut nommer le coefficient de rendement des bouches à feu des divers calibres et des différentes poudres en usage dans l'artillerie anglaise.

» Enfin, appliquant la même formule et supposant que les gaz de la poudre puissent se détendre indéfiniment dans l'âme d'une bouche à feu assez longue, ils ont trouvé pour le travail théorique maximum absolu de 1 kilogramme de poudre la valeur 332128 kilogrammètres.

» Par cette analyse trop succincte de l'important travail que MM. Noble et Abel ont soumis au jugement de l'Académie, on peut voir que, malgré certaines critiques auxquelles nul travail humain ne saurait échapper, l'ensemble de leurs recherches n'en constitue pas moins une œuvre capitale, propre à jeter un grand jour sur toutes les questions qui se rattachent aux effets des poudres.

» Si le savant Mémoire de MM. Noble et Abel n'était pas déjà imprimé en anglais, vos Commissaires auraient proposé à l'Académie d'en ordonner

l'insertion dans le *Recueil des Savants étrangers;* mais cette publication ayant eu lieu, ils se bornent à demander à la Compagnie d'accorder son approbation à cet important travail, et de remercier les auteurs de lui en avoir donné Communication. »

Les conclusions de ce Rapport sont mises aux voix et adoptées.

ÉCONOMIE RURALE. — *Rapport sur un Mémoire de M.* Alb. Le Play, *relatif à un système d'irrigation des prairies, au moyen des eaux pluviales dans les terrains montagneux et imperméables du Limousin.*

(Commissaires : MM. Peligot, Thenard, Hervé Mangon rapporteur.)

« Il existe, dans le Limousin et dans plusieurs autres régions de la France, des prairies éloignées des ruisseaux et arrosées seulement par les eaux de pluie qui s'écoulent à la surface des terres labourées situées à des niveaux supérieurs. Ces prairies peuvent s'établir sur les pentes des collines et s'élèvent souvent jusque sur les bords des plateaux les plus élevés. L'étendue considérable des surfaces qu'elles occupent, la valeur de leurs produits et leur influence sur le régime des eaux assignent aux prairies de cette espèce un rôle important dans le système cultural des contrées où on les rencontre.

» Les prairies arrosées par l'égouttage des terres labourées plus élevées qu'elles existent seulement dans les terrains à pentes prononcées, peu perméables par eux-mêmes ou reposant sur un sous-sol imperméable situé à une très-faible profondeur. Ces conditions peuvent se trouver réunies dans des formations géologiques extrêmement différentes. Le Mémoire qui nous occupe s'applique exclusivement aux prairies des terrains primitifs du Limousin.

» M. A. Le Play a donné des soins spéciaux au développement et à l'amélioration des prairies élevées de son vaste domaine de Ligoure (Haute-Vienne). Il a donc été conduit à se demander : Quelles sont les conditions favorables à leur établissement? Quelle est la nature chimique des eaux troubles qui les fertilisent? Quel est, enfin, leur véritable rôle dans la production et l'emploi des engrais de la ferme?

» Dans un premier Mémoire approuvé par l'Académie en 1862 (1), M. A. Le Play avait recherché l'origine du calcaire contenu dans les cendres des plantes cultivées sur les terrains primitifs du Limousin. Il avait étudié

(1) *Comptes rendus*, 1862, 1er semestre, p. 354.

avec détails, à cette époque, le sol et le sous-sol de sa propriété; il se trouvait ainsi parfaitement préparé pour entreprendre les recherches longues et délicates dont il présente aujourd'hui les résultats à l'Académie.

» Le pays habité par l'auteur est sillonné par des vallées très-profondes, dont les versants présentent une série d'ondulations transversales formant autant de petits vallons secondaires. Les parties convexes du sol sont exploitées en terres labourées et les parties concaves sont occupées par les prairies. La couche arable est formée de roches primitives décomposées et repose directement sur un massif de roches imperméables. Pendant les saisons pluvieuses l'eau pénètre la masse entière du sol, puis elle s'écoule lentement à la surface des couches imperméables et va former, dans les dépressions naturelles de la surface, les suintements et les très-petites sources qui entretiennent la fraîcheur des prairies. Le sol lui-même est peu perméable, de sorte que, pendant les pluies abondantes, l'eau coule à la surface des terres labourées, les délave, dissout les matières solubles et entraîne les particules limoneuses de la terre. L'eau, ainsi réunie, descend sur les prairies et y produit un arrosage temporaire, si des rigoles, convenablement tracées à l'avance, facilitent son répandage régulier.

» Dans le premier Chapitre de son Mémoire, M. Le Play explique les règles à suivre pour tracer d'une manière rationnelle les rigoles de réunion, d'amenée et de distribution des eaux. Tout cultivateur intelligent pourra faire l'application de ces indications très-simples, qui rendront par conséquent de véritables services aux praticiens.

» Le second Chapitre contient les résultats des analyses des eaux, des limons qu'elles charrient, de la terre arable et des récoltes. Il serait malheureusement impossible de résumer ici ces nombreux tableaux de chiffres qui constituent la partie la plus importante du travail. On dira seulement que, d'après l'auteur, chaque hectare de prairie recevant l'égout de 2 hectares de terres labourées profite par an, en moyenne, de 6000 mètres cubes d'eau trouble. Ce volume d'eau apporte à la prairie de 27000 à 28000 kilogrammes de limon, 1100 kilogrammes environ de matières minérales solubles, riches surtout en potasse, en chaux et en acide phosphorique, et enfin une centaine de kilogrammes d'azote à l'état de combinaison diverses. Les eaux laissent sur la prairie la totalité des limons et s'échappent éclaircies et épuisées de la plus grande partie de leurs éléments solubles de fertilité.

» Les prairies profitent par conséquent de tout ce que le lavage des eaux fait perdre aux terres labourées et retiennent sur le domaine tous les engrais qui, sans elles, iraient se perdre dans les grands cours d'eau, puisque

les sols arables d'origine ignée ne sauraient les retenir entièrement dans leur masse. L'irrigation des prairies par les eaux pluviales d'égouttement des terres supérieures augmente d'ailleurs des $\frac{3}{5}$ environ leur production fourragère, ainsi que la théorie permettait de le prévoir.

» Dans un domaine placé dans les conditions de la terre de Ligoure, les fumures peuvent être entièrement distribuées aux terres labourées, car l'engrais non utilisé par les plantes cultivées revient tout entier sur la prairie pour assurer une nouvelle récolte de foin, qui fera, l'année suivante, la richesse de l'étable et la fertilité des labours par le fumier qu'elle permettra de leur donner.

» Les rigoles destinées à recueillir les eaux des terres labourées pour les conduire aux prairies présentent encore un autre avantage ; elles s'opposent au ravinement des terres cultivées, toujours si redoutable dans les pays de montagnes. Les rigoles d'arrosage, de leur côté, retiennent les limons fertilisants qui, sans elles, se perdent chaque année au grand détriment de la culture. L'exécution sur une vaste échelle de ce double système de rigoles, si faciles et si avantageuses à établir, exercerait assurément une action régulatrice favorable au régime de nos cours d'eau, et permettrait, dans tous les cas, de créer de vastes surfaces gazonnées d'une valeur importante sur des terrains aujourd'hui complétement improductifs.

» Le Mémoire de M. Le Play renferme, comme on vient de le voir, une étude fort intéressante des questions théoriques et pratiques que soulève l'examen des prairies arrosées par les eaux pluviales recueillies sur les terres plus élevées. Ce travail sera consulté avec fruit par les praticiens et par les savants.

» En conséquence, votre Commission a l'honneur de proposer à l'Académie d'ordonner l'insertion du Mémoire de M. A. Le Play dans le *Recueil des Savants étrangers*. »

Les conclusions de ce Rapport sont mises aux voix et adoptées.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ASTRONOMIE. — *Note sur le cercle méridien de l'Observatoire impérial de Rio-de-Janeiro;* par M. **Liais**, directeur de l'Observatoire.

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

« Le cercle méridien de l'Observatoire de Rio offre un ensemble de combinaisons à l'aide desquelles ses moindres défauts peuvent être connus

et mesurés avec une précision remarquable, de façon à permettre d'éliminer totalement par le calcul leur influence sur les résultats des observations : c'est un ancien cercle mural construit par Dollond et dont la disposition spéciale au cercle mural a été entièrement conservée ; mais il a été rendu apte à la détermination des ascensions droites des astres et jouit par conséquent des qualités requises pour mériter le nom de cercle méridien, au moyen de l'adjonction de collimateurs au nord et au sud et surtout par celle d'un petit miroir parfaitement plan (1) et argenté placé perpendiculairement à son axe dans l'intérieur même de la lunette d'observation. A une distance de 3 mètres en avant de ce miroir, il a été fixé sur des piliers en pierre une lunette d'un fort grossissement, dans laquelle on aperçoit, réfléchie par le miroir, l'image d'une mire placée près de cette lunette. Deux vis micrométriques rectangulaires permettent de déplacer cette mire, l'une dans le sens horizontal, l'autre dans le sens vertical, de façon à pouvoir amener dans une position quelconque de la lunette du cercle méridien l'image de la mire sous le croisement des fils de la lunette fixe dirigée vers le miroir. Si l'axe du cercle était parfaitement régulier, on devrait donc, quand le miroir serait exactement perpendiculaire à cet axe, pouvoir faire tourner le cercle sans cesser de voir sous le croisement des fils de la lunette l'image de la mire amenée primitivement sous ces fils, tandis que, dans le cas contraire, l'image de cette même mire abandonne ce croisement; mais la quantité dont la mire doit être déplacée pour chaque position de la lunette du cercle méridien, afin de se montrer de nouveau sous la rencontre des fils, fait connaître le double de la quantité dont la normale au miroir s'est elle-même déplacée dans le sens horizontal et dans le sens vertical par l'effet de la rotation du cercle. On a de cette manière les moyens de référer les observations à un plan vertical parfait et de repère, lequel n'est autre que le plan vertical passant par les deux axes optiques des collimateurs nord et sud de la lunette du cercle, pointés l'un sur l'autre. On se sert pour cela des formules ordinaires de correction des observations des passages méridiens en y introduisant, savoir : 1° à la place de l'erreur de collimation l'angle formé par l'axe optique de la lunette avec le plan de repère, quand le miroir, solidaire d'ailleurs avec cet axe optique, est lui-même amené dans ce plan, en d'autres termes, l'angle entre l'axe optique de la lunette et le plan du miroir; 2° à la place de l'erreur d'azimut, l'angle entre le plan

(1) La perfection du plan du miroir n'influe que sur la qualité des images réfléchies qu'il fournit, mais non sur la perfection du procédé de rectification auquel il est destiné.

vertical passant par la normale au miroir et le plan vertical perpendiculaire au plan de repère; 3° à la place de l'erreur d'inclinaison, l'angle entre la normale au miroir et l'horizon. Si l'on a eu soin de déterminer à l'avance quelle est la valeur angulaire des divisions du micromètre de la mire et quelle est la lecture de ces micromètres qui répond à la situation du miroir dans le plan vertical de repère, ces trois angles, auxquels on donne les signes convenables pour la substitution dont il s'agit, se déduisent immédiatement des lectures des micromètres de la mire, effectuées d'une part quand l'axe optique de la lunette du cercle est lui-même dans le plan de repère, c'est-à-dire dirigé sur celui d'un des collimateurs nord ou sud, d'autre part quand la lunette est dans la position où l'observation de l'astre a été faite. Après avoir ainsi réduit les observations à ce qu'elles auraient été si elles avaient eu lieu dans le plan de repère, c'est-à-dire dans un plan vertical passant par l'axe optique des collimateurs, mires de l'instrument, on peut, par les méthodes connues, employer ces observations ainsi corrigées à reconnaître si ce plan de repère est lui-même le méridien, et, dans le cas contraire, à mesurer son erreur d'azimut, à l'aide de laquelle on réduit définitivement les observations au méridien par les formules ordinaires.

» Le collimateur sud du cercle méridien de l'Observatoire de Rio-de-Janeiro est composé d'une mire et d'un objectif à long foyer, l'un et l'autre scellés sur des piliers en pierre. Le collimateur nord n'est autre qu'une lunette située dans l'axe d'une lunette des passages dans le premier vertical, laquelle lunette des passages est elle-même munie de deux collimateurs situés dans une direction perpendiculaire au méridien et à l'aide desquels on peut déterminer sa collimation.

» L'appareil de collimation du cercle méridien de l'Observatoire de Rio-de-Janeiro n'a pas seulement pour objet de permettre à la lunette de remplir à volonté les fonctions d'une lunette zénithale; il sert à plusieurs autres buts, parmi lesquels l'un des plus intéressants est la détermination de la flexion de la lunette par une méthode beaucoup plus simple que toutes celles qui ont été indiquées jusqu'ici.

» L'Observatoire de Rio-de-Janeiro possède du reste, par la disposition de ses grands instruments, qui tous colliment entre eux, soit par leurs lunettes, soit par leurs axes, plusieurs autres moyens de déterminer les déclinaisons absolues et la latitude, tant par des observations d'azimut que par des observations de hauteur. Cet établissement va être muni en outre d'un grand altazimut construit au Brésil, et dont la lunette possède

8^{m},30 de foyer. La construction de cet instrument, qui sera le plus grand instrument de précision existant, est très-avancée, et il ne tardera pas à être définitivement monté en place. »

M. le Général **Morin**, en présentant cette Note à l'Académie, s'exprime comme il suit :

« L'empereur Don Pedro, qui, suivant ses propres expressions, tient à montrer à l'Académie, autrement que par des paroles, le prix qu'il attache au titre de son Correspondant, m'a fait l'honneur de me charger de lui demander de sa part l'examen de ce travail de M. Liais, directeur de l'Observatoire de Rio-de-Janeiro.

» Cet observatoire, dont l'organisation se complète activement, sera très-prochainement en mesure d'exécuter toute espèce de recherches d'Astronomie physique, et il est déjà en possession des instruments nécessaires, dont l'installation sera terminée à bref délai. Son organisation est celle des établissements analogues de première classe, et il a pour mission de contribuer aux progrès de l'Astronomie de précision sous ce climat si favorable pour les observations.

» La Notice que l'Empereur transmet à l'Académie sera suivie d'une description détaillée, qui lui sera adressée, dès que l'on aura terminé l'organisation et l'installation complètes du matériel d'Astronomie et de Physique.

» En lui faisant faire aujourd'hui cette Communication, l'illustre Correspondant de l'Académie a eu pour objet de lui prouver qu'il porte autant d'intérêt aux progrès de la science pure qu'à ceux de la civilisation intellectuelle et matérielle du vaste empire, dont il développe rapidement les voies de communication, en même temps que les études agricoles et industrielles.

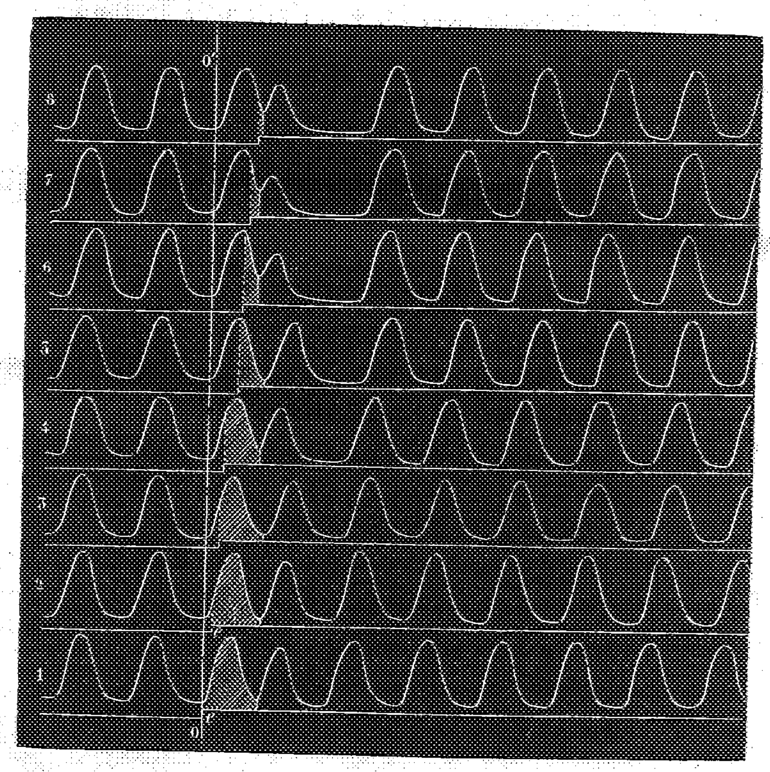
» Aussi bienveillant pour les hommes qui cultivent la science que passionné pour elle, l'empereur Don Pedro, en faisant lui-même l'envoi du Mémoire de M. Liais, s'est proposé, écrit-il, de donner à ce savant Astronome, auprès de l'Académie, un témoignage de l'estime qu'il lui porte et de l'importance qu'il attache aux services scientifiques rendus à son Empire. »

PHYSIOLOGIE. — *Le cœur éprouve, à chaque phase de sa révolution, des changements de température qui modifient son excitabilité.* Note de M. Marey.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

« Dans une précédente Note, j'ai montré que le cœur réagit différemment à des excitations artificielles, suivant l'instant de sa révolution auquel l'excitation lui arrive; que, vers le début de sa phase systolique, il peut être réfractaire aux excitations, tandis qu'ensuite il réagit avec des retards de plus en plus courts à mesure que les excitations sont plus tardives.

» En répétant l'expérience un grand nombre de fois, j'ai vu que certains cœurs ne sont jamais réfractaires aux excitations : la figure ci-jointe est un



Série de tracés dans lesquels le cœur d'une grenouille est excité aux instants *e*, *e*; le début de toutes les révolutions pendant lesquelles le cœur est excité se trouve sur la ligne OO'; le *temps perdu*, dont la durée est teintée en hachures, diminue à mesure que l'excitation est plus tardive; le cœur, dans cette expérience, n'est jamais réfractaire.

type de ce genre. Mais dans ces cas, si le cœur réagit toujours, il conserve du moins l'inégalité du *temps perdu* suivant le moment où l'excitation lui

est arrivée. Ici, comme dans le cas exposé dans ma première Note, le temps perdu est à son maximum quand l'excitation arrive au début d'une systole.

» Or ces deux phénomènes, perte de l'excitabilité d'un muscle et accroissement de son temps perdu, sont de même ordre, c'est-à-dire que tous deux se produisent sous les mêmes influences.

» Quand on diminue graduellement l'intensité de l'excitation électrique d'un muscle, on voit le temps perdu s'allonger graduellement et enfin le muscle cesse de réagir. La même chose se produit lorsqu'un muscle est soumis à un refroidissement graduel.

» Le cœur se comporte, à ce point de vue, comme les autres muscles. Si on lui applique, à un moment toujours le même de sa révolution, des excitations d'intensités décroissantes, on voit s'allonger le temps perdu qui précède la systole provoquée, jusqu'à ce que le cœur devienne réfractaire à l'excitation.

» En conservant la même force aux excitations électriques et en les appliquant à un instant toujours le même, il suffit de refroidir le cœur pour que son temps perdu s'allonge et que l'organe devienne réfractaire aux excitations. L'inverse se produit quand on réchauffe le cœur. On provoque à volonté ces changements de l'excitabilité du cœur d'une grenouille en plongeant pendant quelques instants les pattes de l'animal dans un bain froid ou chaud. Sur un cœur de tortue on obtient les mêmes effets, en faisant circuler dans cet organe du sang échauffé ou refroidi.

» La figure ci-dessus a été obtenue sur une grenouille à une température de 10 degrés environ; celle qui accompagnait la Note précédente provient d'une grenouille dans des conditions de température plus basse. La comparaison de ces deux figures montre que l'excitabilité du cœur, comme celle des autres muscles, augmente et diminue avec la température; mais chacune d'elles montre aussi que l'excitabilité du cœur change aux différentes phases de sa révolution. On est donc conduit à se demander : *La température du cœur ne varie-t-elle pas aux différents instants de sa révolution?* et d'autre part : *Le sens de ces variations n'est-il pas tel, que le refroidissement corresponde à la phase de moindre excitabilité?* L'expérience a vérifié cette double prévision.

» Un cœur de grenouille est traversé par une aiguille thermo-électrique; tant qu'il bat, on constate, à l'aide d'un galvanomètre à miroir, un échauffement à chaque systole et un refroidissement à chaque diastole.

» Au moyen d'une petite pile thermo-électrique de 10 éléments antimoine

et bismuth, les déviations du galvanomètre furent beaucoup plus sensibles. J'ajoute, pour qu'on ne suppose pas une coïncidence fortuite des oscillations propres du galvanomètre avec la période des révolutions du cœur, que, sur un cœur dépourvu de mouvements spontanés, des percussions réveillaient les systoles et influençaient le galvanomètre, tandis que celui-ci était inerte dans l'intervalle des systoles provoquées. Enfin, pour qu'on n'accuse pas, dans cette dernière expérience, les percussions d'avoir produit mécaniquement l'échauffement du cœur, je ferai observer que des percussions semblables, plus fortes même et plusieurs fois répétées, ne produisirent aucun échauffement appréciable dès que le cœur épuisé eût cessé de réagir aux excitations mécaniques.

» Ainsi le cœur s'échauffe pendant qu'il exécute son travail mécanique et se refroidit quand il se relâche.

» Le moment où le cœur sera le plus froid, et par suite le moins excitable, sera celui où il aura accompli sa période de refroidissement : ce sera donc le début de la phase systolique. Ici encore la théorie concorde entièrement avec l'expérience.

» Quelque intéressantes que soient les variations de l'excitabilité du cœur, les variations de la température de cet organe le sont peut-être plus encore; elles éclairent, en effet, certains points de la théorie thermodynamique du travail musculaire; j'aurai à revenir sur ce sujet. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur l'huile d'*Elæococca *et sur sa modification solide, produite par l'action de la lumière.* Note de M. **S. Cloëz**, présentée par M. Chevreul.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Dans une première Communication que j'ai eu l'honneur de faire à l'Académie sur l'huile d'*Elæococca* (1), j'ai signalé la modification curieuse que la lumière fait éprouver à cette substance, sous l'intervention de l'oxygène ou d'un corps étranger quelconque. L'huile, extraite à froid par la pression des graines récentes décortiquées, reste liquide indéfiniment dans l'obscurité, même à une température inférieure à zéro; mais vient-on à l'exposer au soleil, dans un tube fermé à la lampe, de manière à empêcher l'accès de l'air, on voit le liquide se concréter peu à peu : au bout de deux ou trois jours, il a acquis une consistance butyreuse, et son point de fusion

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXI, p. 469.

s'élève finalement à 32 degrés environ. Ce sont les rayons les plus réfrangibles du spectre qui paraissent produire la modification, autant qu'on en peut juger par l'emploi d'écrans transparents, colorés en jaune et en violet. L'expérience a montré que la transformation de la matière liquide en produit solide se fait sans changement de poids. L'huile liquide est sans action sur la couleur bleue du tournesol; la matière concrétée par la lumière est aussi parfaitement neutre : elle ne contient pas d'acide gras libre, et elle ne cède à l'eau aucune trace de glycérine.

» En traitant à chaud et à l'abri de l'air l'huile liquide, par le double de son poids d'une solution alcoolique de potasse au cinquième, il y a saponification. Le savon formé, décomposé par une solution aqueuse d'acide phosphorique, donne de la glycérine et un mélange de deux acides gras, dont l'un est solide à la température ordinaire et l'autre liquide. On sépare ces deux acides imparfaitement par une forte pression, entre plusieurs doubles de papier buvard.

» L'acide solide se trouve ainsi, en grande partie, débarrassé du liquide; on achève de le purifier, en le faisant cristalliser à plusieurs reprises dans l'alcool. Quant à l'acide liquide absorbé par le papier, il a été impossible jusqu'à présent de le débarrasser complétement de la portion d'acide solide entraîné avec lui à l'état de dissolution; pour l'obtenir à l'état de pureté, il faut le combiner à la chaux, traiter le savon calcaire par l'éther et décomposer, à l'aide de la chaleur, par l'acide chlorhydrique, la partie dissoute.

» L'acide gras solide retiré de la saponification de l'huile d'*Elæococca* est une espèce chimique nouvelle, douée de propriétés particulières nettement définies. Je le désigne sous le nom d'*acide margarolique*. Cet acide a été étudié à l'état libre et à l'état de combinaison avec la potasse, la baryte, l'oxyde de plomb et l'oxyde d'argent. Si, au lieu de décomposer par l'acide phosphorique le produit de la saponification de l'huile d'*Elæococca* par la potasse alcoolique, on laisse refroidir la solution, il se dépose un sel parfaitement cristallisé, qui, après avoir été séparé du liquide, comprimé rapidement entre plusieurs doubles de papier, redissous à chaud dans l'alcool à 0,85 et cristallisé une seconde fois, constitue le margarolate de potasse pur. En décomposant ce sel par une solution étendue d'acide phosphorique, on obtient l'acide margarolique, qu'on lave plusieurs fois à l'eau, que l'on fait cristalliser ensuite dans l'alcool et qu'on dessèche finalement dans le vide au-dessus de l'acide sulfurique.

» L'acide margarolique cristallise en lamelles rhomboïdales; il fond à 48 degrés, est insoluble dans l'eau et très-soluble dans l'éther, le sulfure

de carbone, les hydrocarbures liquides et l'alcool exposé à l'air ; il s'altère rapidement en absorbant l'oxygène ; il le transforme ainsi en une matière molle, transparente, qui durcit avec le temps et présente l'aspect d'un vernis résineux ; l'augmentation de poids constatée sur une portion d'acide après quinze jours d'exposition à l'air a été trouvée égale à 8,5 pour 100.

» On peut conserver l'acide margarolique dans des tubes fermés à la lampe, ou dans des flacons bouchés, au-dessous d'une couche d'eau.

» L'analyse élémentaire de l'acide margarolique séparé du sel de potasse a donné, en centièmes, les résultats suivants :

Carbone	71,50
Hydrogène	10,94
Oxygène (différence)	17,56
	100,00

» Le margarolate de potasse sec contient 14,6 pour 100 de potasse; soumis à l'analyse élémentaire, à l'état de mélange avec l'acide tungstique anhydre, par notre procédé de combustion dans un tube de fer, il a donné, comme moyenne de plusieurs analyses concordantes, 65,5 pour 100 de carbone et 9,64 d'hydrogène.

» Les sels de baryte, de plomb et d'argent obtenus par double décomposition et desséchés dans le vide, comme le sel de potasse, ont fourni à l'analyse les résultats suivants :

	Oxyde métallique.	Carbone.	Hydrogène.
Margarolate de baryte	22,6	59,4	8,78
» de plomb	29,93	53,6	8,06
» d'argent	30,81	53,5	7,95

» Ces nombres conduisent à la formule $C^{34}H^{30}O^{6}$ pour l'équivalent de l'acide libre ; les margarolates ont pour composition $C^{34}H^{29}O^{5}RO$.

» La solution aqueuse concentrée de margarolate de potasse se décompose, par l'addition d'une grande quantité d'eau, en un sel acide, qui se dépose sous la forme de paillettes nacrées, contenant moitié moins de potasse que le sel neutre.

» L'acide gras liquide, obtenu à l'état de mélange avec l'acide margarolique par la saponification de l'huile fluide d'*Elæococca*, puis séparé, comme nous l'avons indiqué, de la combinaison avec la chaux, diffère, par sa composition et quelques-unes de ses propriétés, des acides gras liquides connus ; je lui donne le nom d'*acide élæolique*. L'élæolate de plomb est soluble dans l'éther; il se distingue sous ce rapport du margarolate, qui est complétement insoluble dans ce liquide.

» Les acides élæolique et margarolique paraissent provenir de deux principes immédiats neutres : l'*élæoline* et la *margaroline*, dont le mélange constitue la plus grande partie, si ce n'est la totalité de l'huile d'*Elæococca*.

» En saponifiant l'huile solidifiée à la lumière, par une solution alcoolique de potasse, dans les mêmes conditions que l'huile fluide, on obtient de la glycérine et un mélange d'acides gras, dans lequel il n'y a plus de matière liquide absorbable à froid par le papier buvard; le point de fusion du produit s'est élevé considérablement, et, si l'on fait subir au mélange plusieurs cristallisations successives dans l'alcool à 0,85, on finit par en séparer un acide gras particulier, fusible à 72 degrés, pour lequel je propose le nom d'*acide stéarolique*.

» La composition de l'acide stéarolique diffère de celle de l'acide margarolique par une quantité moindre d'oxygène; l'analyse élémentaire de cet acide a donné :

Carbone	74,30
Hydrogène	11,16
Oxygène (différence)	14,54
	100,00

» On peut distiller facilement l'acide stéarolique dans le vide sans le décomposer; mais, si on le chauffe sous la pression ordinaire, il se détruit partiellement en laissant un léger dépôt charbonneux; il se forme, dans ce dernier cas, un produit liquide, qui n'a pas encore été examiné faute de matière. »

MINES. — *Moyen de prévenir les explosions du feu grisou par l'emploi,* a tergo, *de l'air comprimé.* Note de M. **Buisson.** (Extrait.)

(Commissaires précédemment nommés : MM. Boussingault, Daubrée.)

« Le feu grisou, dont les victimes se comptent chaque année par milliers, causait naguère la mort de quatre cents mineurs anglais; on sait trop qu'il vient de faire plus de deux cents nouvelles victimes à Saint-Étienne, dans le puits Jabin.

» Initié de longue date aux conditions dans lesquelles sont placés les ouvriers des houillères, j'ai recherché comment il serait possible d'améliorer leur situation au milieu des mines, séjour toujours malsain et par moment si meurtrier.

» Aux appareils de ventilation actuels, véritables appareils souffleurs qui, en injectant par l'orifice des galeries l'air du dehors, ont pour effet de

refouler les gaz délétères au fond des galeries, je propose de substituer des conduites portant directement jusqu'au fond même des mines, un air pur et *comprimé*. Cet air, s'échappant par l'ouverture de robinets qui seraient placés à l'extrémité de conduits rameux et proportionnés au nombre des galeries, repousserait dans les puits d'aération, par une action *a tergo* ou de dedans en dehors, l'air plus ou moins vicié de la mine. Il aurait encore pour effet de rafraîchir, en se dilatant au moment de sa mise en liberté, l'atmosphère intérieure, dont la température est généralement trop élevée au point de vue de l'hygiène.

M. **Sutter** adresse, par l'entremise du Ministère de l'Instruction publique, un Mémoire sur l'Acoustique musicale.

(Renvoi à la Section de Physique.)

M. **Renaud** adresse une Note relative aux principes de la tonalité moderne.

(Renvoi à la Section de Physique.)

M. **P. Serret** adresse une nouvelle Note relative aux polyèdres de volume minimum, circonscrits à une surface donnée.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **E. Barbe** adresse un Mémoire, accompagné d'un dessin, sur un nouvel appareil de production industrielle de l'oxygène par la décomposition de l'acide sulfurique.

(Renvoi à la Section de Chimie.)

M. **Piétrini** adresse un Mémoire concernant la substitution de l'air à la vapeur, comme force motrice.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. **J.-J. Robert** adresse une Note relative à un procédé d'aimantation par l'électricité atmosphérique.

(Renvoi à l'examen de M. Jamin.)

M. **Lagardelle** adresse, pour le Concours du prix Godard, un Mémoire sur le traitement des affections utérines.

(Renvoi à la Commission.)

CORRESPONDANCE.

M[me] V[ve] **Dupin** adresse, pour la Bibliothèque de l'Institut, un exemplaire complet, en huit volumes, d'un ouvrage du baron *Ch. Dupin*, sur la force productive des nations.

M. **L. Gruner** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place d'Académicien libre, laissée vacante par le décès de M. *Séguier*.

(Renvoi à la future Commission.)

M. le **Ministre de la Guerre** soumet à l'examen de l'Académie les livraisons de novembre, décembre 1875 et janvier 1876 de la « Revue d'Artillerie ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une Notice sur M. Andral, insérée dans la « Gazette des Hôpitaux », par M. le D[r] *Brochin* ;

2° Une brochure de M. *Pr. de Pietra-Santa*, intitulée « l'Assainissement de Paris ; la Seine, la presqu'île de Gennevilliers, la Bièvre ; Résumé des documents officiels présentés au Conseil municipal de Paris » ;

M. **Lévêque**, de l'Académie des Sciences morales et politiques, fait hommage à la Compagnie d'un ouvrage intitulé « Histoire de la Philosophie moderne dans ses rapports avec le développement des sciences de la nature » ; par M. *Fernand Papillon*. Notre confrère, M. Lévêque, se rendant au désir de la famille de l'auteur, qu'il honorait d'une paternelle amitié, a donné tous ses soins à la publication de cette œuvre posthume d'un jeune savant qui avait partagé sa vie entre l'étude des sciences d'observation et celle de la Philosophie. L'ouvrage n'était pas terminé, mais le plan excellent selon lequel il était conçu et la ferme intelligence qui préside à toutes les appréciations ne peuvent qu'ajouter aux regrets inspirés par la mort prématurée du sympathique auteur de cette histoire. L'influence de ce précis sera sérieuse sur la

jeunesse, qui aurait trouvé en M. Fernand Papillon un de ses meilleurs guides et sur l'enseignement des Sciences, auquel, même incomplet, son ouvrage donnera une utile direction.

Les remercîments de l'Académie seront adressés au savant éditeur, M. Lévêque, et à Mme veuve Papillon, mère de l'auteur.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Note sur le tracé des engrenages par arcs de cercle; perfectionnement de la méthode de Willis.* Note de M. **H. Léauté**, présentée par M. Rolland. (Extrait par l'auteur.)

« Le nouveau procédé conduit, pour la force de la dent, à une approximation de beaucoup supérieure à celle que donne le procédé de Willis, et cela sans modifier les opérations à effectuer, sans exiger la moindre complication dans les calculs; l'odontographe est conservé, son angle seul est changé.

» Dans la première partie du Mémoire, on cherche quel est le cercle qui, dans une étendue déterminée, épouse le mieux la forme de la dent; voici le principe de la méthode :

» On montre d'abord que, dans le voisinage de son point de rebroussement, une épicycloïde peut être remplacée par une développante, qui lui est tangente en ce point et qui a même rayon de courbure moyen dans les deux parties que l'on substitue l'une à l'autre; puis on considère un cercle partant du point de rebroussement A et coupant l'arc AD de développante considéré en deux points K et K', situés entre A et D. La distance du cercle à la développante a deux maximum ordinaires, situés entre A et K, entre K et K', et un maximum absolu situé à l'extrémité D. Il est clair que, pour trouver le cercle le plus avantageux, il suffit de chercher celui pour lequel les deux plus grands de ces maximum sont égaux.

» Cela posé, soient

R le rayon du cercle primitif O;

α l'angle de l'élément, situé en un point quelconque de AD, avec le rayon AO;

α_0, α'_0, α_1 les valeurs de α aux maximum b, b', D;

ρ, ρ_0, ρ'_0, ρ_1 les rayons de courbure de la développante aux points α, α_0, α'_0, α_1.

» Posons

$$\frac{\alpha}{\alpha_0} = x, \quad \frac{\alpha'_0}{\alpha_0} = x', \quad \frac{\alpha_1}{\alpha_0} = x_1.$$

» Puisque le point b est un maximum de distance pour les deux courbes, la normale en b à la développante est aussi normale au cercle ; le centre de ce cercle est donc sur le rayon de courbure ρ_0 en b ; soit $\rho_0 \varepsilon$ le rayon.

» La différence des ordonnées mesurant l'écart des deux courbes est

$$z = \frac{S_0 \alpha_0}{12} \left(\frac{3x^2 - 6}{\varepsilon} - 8x + 12 \right) x^2.$$

» Si l'on annule la dérivée de z, on trouve

$$x = 1, \qquad \alpha = \alpha_0, \quad z - z_0 = S_0 \alpha_0 \left(\frac{1}{3} - \frac{1}{4\varepsilon} \right),$$

$$x = 2\varepsilon - 1, \quad \alpha = \alpha'_0, \quad z - z'_0 = S_0 \alpha_0 (2\varepsilon - 1)^3 \frac{3 - 2\varepsilon}{12\varepsilon}.$$

» La donnée immédiate du problème est S_1, longueur de l'arc considéré, et $m_1 p_1$, ordonnée perpendiculaire à AO de l'extrémité de cet arc ; mais on voit qu'on arrivera à la solution en supposant S_0 ou α_0 donné, et cherchant, parmi les cercles tels que z_1 soit égal à z_0 ou z'_0, celui pour lequel l'erreur relative $\frac{z_1}{m_1 p_1}$ est le plus petite possible.

» En faisant le calcul, on trouve

$$\varepsilon = 1,642, \quad \frac{1}{x_1} = 0,36,$$

valeurs qui conduisent à la règle suivante :

» Pour remplacer par un cercle une épicycloïde ou une développante, dans une portion AD voisine du point de rebroussement A, il faut prendre sur la courbe un point b tel, que l'angle de la normale en ce point, avec la normale en A, soit les 0,36 de l'angle de la normale en D avec cette même normale en A ; mener la normale en b et décrire un cercle ayant son centre sur cette normale, passant en A, et dont le rayon soit égal à $1,642 \rho_0$, en désignant par ρ_0 le rayon de courbure en b.

» Cette règle permettrait évidemment d'obtenir, dans chaque cas particulier, le cercle le plus avantageux pour le profil d'une dent ; mais on peut en déduire un tracé pratique, identique, comme opérations à effectuer, au tracé de Willis : c'est ce que montre la seconde partie du Mémoire.

» En admettant pour la saillie des dents, en dehors de la circonférence primitive, les 0,31 du pas a, il en résulte, dans le tracé de Willis, que l'amplitude de prise varie de $0,63 . a$ à $0,77 . a$; l'arc Ad de la circonférence primitive, déterminé par la normale dD à l'extrémité de la dent, peut donc être regardé comme égal aux 0,70 du pas.

» Mais, si l'on considère un point M sur le profil de la dent, il est évident que l'arc Am, déterminé sur la circonférence primitive par la normale nM en M, est proportionnel à α, et, puisqu'il faut trouver un point b tel que l'angle α correspondant soit les 0,36 de celui qui correspond à l'extrémité D, il suffit de prendre pour arc de la circonférence primitive

$$AB = 0,36\,Ad = \frac{a}{4}.$$

» La normale bB correspondante, interceptant sur le cercle générateur un arc égal à $\frac{1}{24}$ de la circonférence, fera avec la tangente menée en B à la circonférence primitive un angle de 7°30'.

» Enfin le rayon sera

$$1,642\rho_0 = 1,642\,\frac{12a}{\pi}\sin\frac{\pi}{24}\left(\frac{N+6}{N+12}\right) = 0,82\,\frac{N+6}{N+12}\,a,$$

N étant le nombre de dents.

» On est donc conduit à faire identiquement la construction de Willis, mais en remplaçant l'arc $\frac{a}{2}$ par l'arc $\frac{a}{4}$, l'odontographe à 15 degrés par l'odontographe à 7°30' et le rayon de $0,50\,\frac{N\pm6}{N\pm12}\,a$ par un rayon de $0,82\,\frac{N\pm6}{N\pm12}\,a$.

» Grâce à ces modifications, l'approximation obtenue dans le tracé est sept fois plus grande que par le procédé de Willis; on le voit aisément en calculant, dans les deux méthodes, l'écart entre l'épicycloïde et le cercle à l'extrémité de la dent. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques combinaisons du titane* (deuxième Note); par MM. C. **Friedel** et J. **Guérin**.

» *Oxychlorure de titane*, $Ti^2O^2Cl^2$. — Dans notre précédente Communication, nous avons mentionné en passant des lamelles mordorées, qui avaient été observées par Ebelmen, dans la préparation du sesquichlorure de titane, et que ce savant chimiste avait supposées être le protochlorure de titane. Nous avons reconnu qu'elles constituent en réalité un oxychlorure. Formées dans une atmosphère réductrice, elles ne correspondent pas au tétrachlorure de titane, comme l'oxychlorure qui a été signalé par MM. Troost et Hautefeuille, mais bien à l'hexachlorure dititanique. On ne les obtient qu'en très-petite quantité dans les préparations de dichlorure titanique, dans lesquelles on évite aussi bien que possible l'accès de l'air et de l'humidité.

Elles sont alors mélangées au dichlorure, et restent sensiblement inaltérées lorsque l'on dissout ce dernier dans l'eau. Il s'en produit davantage lorsqu'on met moins de soins à éviter l'introduction de l'humidité dans l'appareil. Enfin les tubes de porcelaine ou de verre dans lesquels on opère en sont entièrement recouverts, lorsqu'on fait passer, pendant plusieurs heures, sur une nacelle remplie d'acide titanique chauffé au rouge, un courant d'hydrogène mélangé de vapeur de chlorure de titane. L'oxychlorure forme alors comme un enduit velouté, d'un jaune brun mordoré.

» Les lamelles laissent passer une lumière d'un rouge un peu brunâtre. Elles sont rectangulaires; au microscope polarisant, elles s'éclairent entre le polariseur et l'analyseur croisés, sauf lorsque la plus grande dimension du prisme coïncide avec le plan de polarisation de l'analyseur ou du polariseur; cela indique qu'elles appartiennent très-probablement au type du prisme orthorhombique. Les cristaux d'oxychlorure ne sont pas immédiatement attaquables par l'eau, ou même par l'acide azotique étendu; néanmoins, conservés à l'air, ils blanchissent à la longue et se transforment en acide titanique. L'ammoniaque les attaque en les faisant d'abord noircir, puis devenir blancs en gardant leur forme; en même temps, il se produit un dégagement d'hydrogène.

» Ce fait confirme la formule $Ti^2O^2Cl^2$, que les analyses ont assignée à l'oxychlorure.

» L'oxychlorure, chauffé à l'air, se décompose en donnant des fumées de tétrachlorure de titane et en laissant un résidu d'acide titanique.

» *Sesquioxyde de titane*, Ti^2O^3. — Les opérations faites pour préparer l'oxychlorure, par l'action de l'hydrogène et du chlorure de titane sur l'acide titanique, nous ont fourni un autre produit fort intéressant.

» Les nacelles se sont trouvées remplies, et une partie des tubes tapissée de très-petits cristaux brillants, d'un rouge cuivré, à reflets violacés. Au microscope, on reconnaît que ces cristaux sont des lamelles hexagonales ou des rhomboèdres basés, modifiés par les faces d'un isoscéloèdre; ils présentent exactement la forme des cristaux de fer oligiste de l'île d'Elbe (a^1, p, e_3). Ils sont formés de sesquioxyde de titane pur et, par la calcination à l'air, se transforment en acide titanique. Le sesquioxyde de titane n'avait encore été obtenu ni pur, ni cristallisé. Ebelmen avait montré que, en chauffant dans un courant d'hydrogène bien sec de l'acide titanique, celui-ci se transforme en une poudre noire dont la composition approche de celle du sesquioxyde. Néanmoins la perte d'oxygène n'at-

teint jamais tout à fait ce qu'elle devrait être théoriquement; il s'en faut de 6,5 pour 100 dans la meilleure expérience citée.

» Le tétrachlorure de titane intervient dans notre expérience à la fois en achevant de dessécher l'hydrogène et en formant une atmosphère de vapeur dont la décomposition sur place par l'eau produite aux dépens de l'acide titanique favorise le développement des cristaux. Nous avons essayé d'obtenir le sesquioxyde de titane cristallisé, par le procédé élégant qui a servi à M. H. Sainte-Claire Deville à faire cristalliser le fer oligiste spéculaire; mais, en faisant passer un courant d'hydrogène bien sec, mêlé d'acide chlorhydrique, sur l'acide titanique, nous n'avons obtenu qu'une masse cristalline d'un gris bleu métallique, ayant à peu près la composition de l'oxyde intermédiaire Ti^3O^5 signalé par M. Deville.

» Quoique les cristaux de sesquioxyde de titane soient très-petits, leurs dimensions n'excédant pas 10 à 15 centièmes de millimètre, leurs faces sont si brillantes que nous sommes parvenus à les mesurer. Les mesures ont confirmé ce que nous avait montré l'aspect des cristaux, c'est que ceux-ci sont isomorphes avec le fer oligiste. Nous avons trouvé les angles $a^1p = 123°20'$, $a^1e_3 = 119°36'$, $pe_3 = 154°14'$.

» En partant de $a^1p = 123°20'$, le calcul donne

$$a^1e_3 = 119°40', \quad pe_3 = 154°15'.$$

» Les angles correspondants du fer oligiste sont $a^1p = 122°30'$, $a^1e_3 = 118°53'$, $pe_3 = 154°2'$. Celui qu'a donné récemment, d'après des mesures très-précises, M. de Kokscharow, pour le fer titané, est

$$a^1p = 122°1'32''.$$

» Il y a longtemps que G. Rose, pour interpréter la constitution des fers titanés, avait admis l'existence d'un sesquioxyde de titane isomorphe avec le sesquioxyde de fer. Mosander supposait, au contraire, que c'était la combinaison $FeTiO^3$ qui était isomorphe avec Fe^2O^3. Nos expériences montrent que ces deux hypothèses n'ont rien de contradictoire : en effet elles font voir que le sesquioxyde de titane pur est isomorphe avec le fer oligiste; mais, en même temps que l'angle a^1p qui le définit est plus grand que celui du fer oligiste, celui du fer titané est, au contraire, plus petit. On ne peut donc pas admettre que les fers titanés, de composition variable, soient de simples mélanges de Ti^2O^3 et de Fe^2O^3; la loi de proportionnalité des angles, établie pour les mélanges isomorphes (carbonates de chaux et de magnésie), donnerait pour l'ilménite pure, $FeTiO^3$, un angle de 122°55', qui s'éloigne de près de 1 degré de celui qu'a trouvé M. de Kokscharow.

» Nous conclurons de là qu'il existe trois combinaisons isomorphes d'angle très-voisin, Fe^2O^3, $FeTiO^3$, Ti^2O^3; les mélanges des deux premières suffisent d'ailleurs pour expliquer la constitution des fers titanés; car ceux-ci, à une ou deux exceptions douteuses près, ne renferment jamais plus de titane que n'en exige la formule $FeTiO^3$.

» On peut être surpris de voir le rapprochement que l'isomorphisme des deux sesquioxydes établit entre le fer et le titane; mais d'autres faits encore confirment ce rapprochement : les hexachlorures dititanique et diferrique sont hexagonaux tous deux. Nous avons obtenu, quoique jusqu'ici en trop petite quantité pour l'analyser, un sulfate de sesquioxyde de titane hexagonal ressemblant au sulfate ferrique.

» Est-ce à dire qu'il faille, en raison de ces faits, éloigner le titane du silicium et de l'étain, avec lesquels on le classe habituellement? Nous ne le pensons pas; mais nous croyons que l'étude d'un seul degré de combinaison ne suffit pas pour fixer la place d'un élément dans le système, et que les analogies peuvent varier suivant que l'on s'attache à tel ou tel ordre de composés. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la sulfophénylurée.* Note de M. **Ph. de Clermont**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« La sulfophénylurée n'avait été préparée jusqu'à présent que par des procédés peu pratiques. En faisant agir à 100 degrés au bain-marie le chlorhydrate de phénylamine sur le sulfocyanure d'ammonium, dans la proportion de 1 molécule de l'un pour autant de l'autre, on donne naissance à ce composé, et on peut l'obtenir facilement en grandes quantités. C'est donc une double décomposition qui détermine la formation de la sulfophénylurée, et l'équation suivante en rend compte :

$$C^6H^7Az, HCl + CAz, AzH^4S = CS, AzH^2, AzH, C^6H^5 + AzH^4Cl.$$

» Les deux sels sont dissous dans l'eau et chauffés dans une capsule en porcelaine pendant quelques heures; la solution, qui est d'abord complète, finit par se troubler, et il se forme de la sulfophénylurée moins soluble dans l'eau que les sels mis primitivement en réaction. Il convient d'évaporer à siccité et de chauffer encore pendant quelques heures la masse devenue sèche. Lorsque l'opération est finie, on reprend par l'eau et on lave afin d'enlever les sels solubles dans l'eau. Le résidu est dissous dans l'alcool bouillant qui, par le refroidissement, laisse déposer la sulfophénylurée en cristaux.

» La sulfophénylurée fond à 154 degrés; elle est plus soluble dans l'alcool que dans l'eau; 100 parties d'eau à 18 degrés dissolvent $0^p,26$; à l'ébullition, $5^p,93$, le liquide marquant 103 degrés; 100 parties d'alcool à 90 centièmes dissolvent, à 16 degrés, $5^p,59$ de sulfophénylurée, et, à l'ébullition, $67^p,97$, le liquide marquant 82 degrés.

» Chauffée en vase clos à 130-140 degrés avec un excès d'ammoniaque aqueuse, la sulfophénylcarbamide se décompose, et l'ammoniaque déplace la phénylamine. En effet, le produit de la réaction, soumis à l'évaporation, fournit un sel déliquescent donnant une coloration rouge de sang avec le sesquichlorure de fer, et ne renfermant point de phénylamine. C'est du sulfocyanure d'ammonium, ainsi que l'analyse l'a démontré.

» L'acide chlorhydrique, à la température ordinaire, dissout la sulfophénylurée sans l'attaquer; à 100 degrés et à la pression ordinaire, il y a décomposition et désulfuration lentes; mais à 120 degrés, en tube scellé, la sulfophénylurée ne résiste pas à l'action de l'acide chlorhydrique. Dans cette décomposition, qui s'effectue selon l'équation

$$CS, AzH^2, AzH, C^6H^5 + 2HCl + 2H^2O = CO^2 + H^2S + AzH^4Cl + C^6H^7Az, HCl,$$

on a pu constater la présence des différents corps produits au moyen de leurs réactions les plus connues.

» La sulfophénylurée, chauffée en vase clos à 180 degrés, se décompose et donne un mélange complexe de substances, parmi lesquelles on a reconnu de l'acide sulfocyanique à la coloration rouge de sang que prenait le sesquichlorure de fer; il se forme, en outre, de l'ammoniaque, de la phénylamine, du sulfhydrate d'ammoniaque et de la diphénylsulfocarbamide.

» La double décomposition qui donne naissance à la sulfophénylcarbamide permettra, je n'en doute pas, de préparer encore un certain nombre d'autres sulfo-urées, en ne dépassant pas une température de 100 degrés. Toutefois, en faisant réagir du sulfate ou du chlorhydrate d'ammoniaque sur du sulfocyanure de potassium, et en maintenant le mélange pendant quelque temps à 100 degrés, il n'a pas été possible d'isoler de la sulfo-urée du mélange; il semble donc qu'une température plus élevée est absolument nécessaire à la production de cette combinaison. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur les propriétés antiseptiques du borax.* Lettre de M. SCHNETZLER à M. Dumas.

« Dans un travail qui a été récemment communiqué à l'Académie, j'avais appuyé l'idée, que vous avez émise le premier, de l'importance du borax

comme matière antiseptique. Vous trouverez peut-être quelque intérêt à apprendre les faits suivants, qui se rapportent au même sujet.

» Dans une Lettre du 25 décembre 1875, M. Arthur Robottom, de Birmingham, me rend compte d'un voyage exécuté par lui dans la Sierra Nevada et la Californie, dans le but de découvrir des matières premières pour l'industrie et le commerce. Dans la Californie méridionale, il a reconnu un gisement de borate de soude, accompagné de borate de chaux et de sulfate de soude. La terre contenant le borax est transportée par des ouvriers chinois dans des chaudières en fer, où elle est soumise à l'ébullition avec de l'eau pendant six heures. La solution assez concentrée est versée dans des vases de fer, dont les parois se couvrent bientôt d'une croûte cristalline de 3 pouces d'épaisseur. La matière ainsi obtenue est expédiée à San-Francisco et de là à Liverpool. Elle contient, sur 100 parties, 99,75 de borate de soude et 0,25 d'impuretés. On l'emploie sans la raffiner dans plusieurs industries en Angleterre, entre autres dans les fabriques de porcelaine. Pour lui donner meilleure apparence, on la fait cristalliser une seconde fois. Notre voyageur assure que le gisement peut fournir des millions de tonnes, et qu'il s'agit seulement de trouver les vraies applications du borax.

» Voici maintenant un fait frappant, en faveur des propriétés antiseptiques du borax. En explorant les environs d'un lac où il avait trouvé le gisement dont j'ai parlé, M. Robottom rencontra le cadavre d'un cheval gisant dans une couche de terre à borax. L'animal avait séjourné là pendant quatre mois environ. Malgré les fortes chaleurs qui règnent dans ces contrées (115 degrés F. ou 45 degrés C.), le cheval ne répandait aucune mauvaise odeur; sa chair était parfaitement fraîche, la pupille de l'œil était claire et brillante (*clear and bright*), le poil était souple et bien attaché à la peau.

» Dans la station laitière de Lodi (Italie), MM. L. Manetti et G. Musso ont fait quatre séries d'expériences sur l'emploi de l'acide salicylique : 1° dans la conservation du lait; 2° la séparation de la crème; 3° la conservation du beurre; 4° la préparation du fromage par la présure ordinaire. Voici la conclusion à laquelle sont arrivés les auteurs : l'emploi de l'acide salicylique dans l'industrie laitière, sauf dans la conservation du beurre, n'a point d'avenir, d'autant moins que le *borax*, qui est à meilleur marché et plus facile à employer, présente les mêmes avantages que l'acide salicylique. »

PHYSIOLOGIE. — *Réponse à la dernière Note de M.* F. Glénard, *relative au rôle de l'acide carbonique dans le phénomène de la coagulation spontanée du sang;* par MM. **E. Mathieu** et **V. Urbain**.

« La Note de M. Glénard, insérée aux *Comptes rendus* de la séance du 15 novembre 1875, contient les détails d'une expérience regardée par l'auteur comme tout à fait décisive pour démontrer que l'acide carbonique ne joue aucun rôle dans le phénomène de la coagulation spontanée du sang.

» Cette expérience peut être résumée ainsi : Sur un animal vivant (solipède), on isole, à l'aide de deux ligatures, une portion de jugulaire, puis on la détache. Le segment est ensuite suspendu à l'air pendant un certain temps, afin d'attendre la précipitation des globules et la séparation du plasma. Ce résultat obtenu, on isole, au moyen d'une ligature intermédiaire, la zone qui renferme le plasma et l'on fait écouler les globules qui occupent la partie inférieure du segment. Cette dernière portion du vaisseau est alors remplie avec de l'acide carbonique, puis fermée de nouveau, de telle sorte qu'en enlevant la ligature médiane on puisse mettre en contact direct le gaz et le plasma. *Après avoir favorisé le mélange à l'aide de mouvements d'oscillation et de malaxation*, on place le segment au fond d'un vase où l'on dirige un courant d'acide carbonique. *Après une heure de séjour* dans ces conditions, M. Glénard a trouvé le plasma encore fluide.

» En suivant les détails de cette expérience, on peut se convaincre qu'elle ne diffère pas essentiellement de celles auxquelles il a été répondu. Dans une Note précédente (*Comptes rendus*, t. LXXXI, p. 535), nous avons montré : 1° la rapidité avec laquelle l'acide carbonique traverse les membranes animales humides, de dedans en dehors; 2° la lenteur avec laquelle ce même acide carbonique pénètre de dehors en dedans, lorsqu'un liquide est contenu dans l'intérieur de ces membranes. Il résulte du premier fait rappelé ci-dessus que les modifications apportées par M. Glénard à son expérience primitive ne pouvaient en modifier sensiblement les résultats. L'acide carbonique, introduit directement dans le vaisseau, doit en effet s'éliminer en grande partie, sinon en totalité, pendant le temps que nécessitent la pose de nouvelles ligatures et les mouvements d'oscillation et de malaxation communiqués au segment, mouvements effectués évidemment à l'air (1); par

(1) Cette élimination est du reste établie par l'une des expériences de M. Glénard, citée page 27 du Mémoire auquel il nous renvoie.

conséquent, lorsque le plasma est introduit dans un vase plein d'acide carbonique, il se trouve soumis à peu près uniquement à l'influence du gaz passant de dehors en dedans au travers des parois vasculaires; or il résulte de nos expériences que ce passage est très-lent (1).

» La nouvelle objection de M. Glénard ne nous paraît donc pas plus fondée que les précédentes. Pour que l'acide carbonique coagule du plasma ou du sang dans les conditions qu'il indique, il faut du temps, ou une température ambiante élevée. On sait que, si l'on opère à une très-basse température, la coagulation ne s'observe guère, non pas que l'acide carbonique fasse défaut, mais parce que la combinaison chimique qui détermine la coagulation ne peut pas avoir lieu.

» Les expériences suivantes mettent en relief l'influence du temps et de la température :

» La jugulaire d'un cheval pleine de sang a été partagée, quatre heures après sa séparation, en quatre segments au moyen de ligatures. Deux segments furent laissés à l'air, et les gaz de l'un d'eux ayant été extraits au moyen de la pompe à mercure, la proportion d'acide carbonique trouvée s'éleva à 20 pour 100. Les deux autres furent introduits dans un flacon rempli d'acide carbonique, la température du laboratoire étant de 12 degrés. Au bout de deux heures, la coagulation s'était produite dans l'un d'eux; l'autre, soumis à l'analyse, à peu près au même moment, renfermait 92 pour 100 d'acide carbonique.

» La même expérience, répétée avec du plasma de cheval, a donné 14 pour 100 d'acide carbonique au début, et 80 pour 100 après la coagulation survenue au bout d'une heure quarante minutes, à la température de 14 degrés.

» Ainsi le résultat, que M. Glénard n'a pas constaté en une heure, a été obtenu en une heure quarante minutes et par une température de 14 degrés; nous avons expliqué les causes de ce retard.

» Un milieu d'acide carbonique n'est pas nécessaire pour obtenir la coagulation du sang conservé dans un vaisseau, lorsque la température ambiante n'est pas trop basse; car l'élimination de l'acide carbonique n'est jamais complète par ce procédé.

» Un vaisseau plein de sang, emprunté à un cheval, après cinq heures de conservation par une température de 10 degrés, fut partagé au moyen d'une ligature en deux segments.

---

(1) On peut objecter, il est vrai, que la moindre quantité de gaz acide non endosmosé, mis en contact direct avec du plasma, devrait y déterminer une coagulation immédiate; mais il n'en est rien, parce que ce plasma contient des sels alcalins, susceptibles de contracter avec l'acide carbonique des combinaisons assez stables pour que ce gaz n'agisse pas sur la fibrine en dissolution dans le liquide, sinon lorsque la proportion de gaz est suffisante ou à une température voisine de celle du corps de l'animal dont le sang est mis en expérience.

L'un fut conservé à cette même température de 10 degrés; l'autre fut suspendu dans une chambre où le thermomètre indiquait 20 degrés; celui-ci était coagulé au bout d'un quart d'heure, tandis que le premier était toujours fluide.

» Enfin nous opposerons à M. Glénard les expériences suivantes, qui nous paraissent plus propres à résoudre la question :

» Une certaine quantité de sang, au sortir du vaisseau d'un chien, est reçue dans un intestin de poulet convenablement préparé. On agite pendant cinq minutes, afin de permettre le départ, par exosmose, de la majeure partie de l'acide carbonique. Ensuite, le sang est réparti dans deux verres; le premier est traversé par un courant d'air ou de tout autre gaz neutre; dans le second, passe un courant d'acide carbonique. Ce dernier est coagulé en quelques secondes, la température du milieu étant de 25 degrés, tandis que, dans le premier, le sang reste complétement liquide.

» Une expérience analogue peut être effectuée avec du plasma : en recevant du sang de cheval, au sortir du vaisseau, dans des tubes de verre dont le diamètre n'excède pas 2 centimètres et qui sont plongés dans de la glace, la coagulation ne se produit pas : on peut, au bout d'un certain temps, recueillir dans ces tubes un plasma complétement incolore. Si l'on fait passer pendant longtemps un courant d'air privé d'acide carbonique dans ce plasma, étendu de cinq fois au moins son volume d'eau et maintenu à zéro, il est possible de le priver de la plus grande partie du gaz acide qu'il renfermait; dès lors, on peut le ramener à la température ambiante sans qu'il y ait coagulation, mais celle-ci se produit lorsqu'on fait arriver de l'acide carbonique au contact du liquide.

» En terminant, nous tenons à remercier M. Bouley, dont l'appui bienveillant nous a fait ouvrir les portes de l'École vétérinaire d'Alfort et nous a permis de réaliser quelques-unes des expériences citées dans cette Note. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur le sucre réducteur des sucres bruts.* Note de M. **A. Müntz.**

« Dans la Note que j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie (1), j'ai eu pour but de montrer qu'il faut regarder comme inexacte l'opinion, généralement adoptée jusqu'à ce jour, de l'existence, dans les sucres bruts du commerce, d'une matière réductrice possédant le pouvoir rotatoire du sucre interverti de M. Dubrunfaut et que, en réalité, cette matière exerce ordinairement sur la lumière polarisée une action très-faible ou nulle.

» M. Maumené me reproche (2) le silence que j'ai gardé sur ses travaux relatifs aux transformations du sucre de canne. J'ai cru, en effet, devoir

(1) Séance du 17 janvier 1876.

(2) Séance du 31 janvier 1876.

me borner à exposer mes expériences, avec les conclusions qui en découlent naturellement, sans discuter les opinions de M. Maumené sur la constitution du sucre interverti, opinions que je suis, du reste, loin de partager. »

PALÉONTOLOGIE. — *Note sur un nouveau genre d'Entomostracés fossiles, provenant du terrain carbonifère de Saint-Étienne* (Palæocypris Edwardsii). Note de M. **Charles Brongniart**, présentée par M. Milne Edwards.

« Les Entomostracés ont laissé de nombreuses traces de leur existence dans les différentes couches géologiques du globe; les petites valves résistantes qui protégent leur corps se sont souvent parfaitement conservées avec tous les caractères extérieurs, tandis que l'animal lui-même se détruisait et disparaissait.

» Les paléontologistes nous ont fait connaître des espèces variées appartenant à plusieurs genres, telles que les *Cytherea*, les *Cypris*, les *Cypridina*, les *Cyprella* et les *Cypridella;* quelques-unes d'entre elles sont fort anciennes et remontent à l'époque silurienne, d'autres datent des périodes géologiques les plus récentes et ne diffèrent que peu par la forme de leurs valves de celles qui vivent de nos jours, soit dans les eaux douces, soit dans les eaux saumâtres ou salées; malheureusement, il existe encore beaucoup d'incertitude sur les affinités zoologiques de tous ces fossiles, car les naturalistes qui en ont entrepris l'étude n'ont eu d'autre guide que les carapaces solides ou coquilles de ces petits Crustacés; ils ont dû se borner à en décrire la forme et le mode d'ornementation, et leurs classifications sont basées sur ces caractères extérieurs.

» Les travaux de M. de Koninck, de M. Bosquet, de M. Jones ont certainement beaucoup contribué à faire connaître la diversité des formes des Entomostracés fossiles; mais ils ne pouvaient nous donner aucune indication précise sur l'organisation des animaux dont les dépouilles ont été ainsi conservées.

» Des circonstances particulières m'ont permis d'étudier d'une manière très-complète, non-seulement les coquilles de quelques Ostracodes du terrain carbonifère des environs de Saint-Étienne, mais aussi les appendices les plus délicats, tels que les antennes, les pattes, etc.

» J'ai pu comparer attentivement la conformation de ces êtres si anciens à celle des types actuellement vivants, et me convaincre que les différences qui existent entre ces animaux sont loin d'être aussi profondes qu'on serait tenté de le croire au premier abord.

Les Entomostracés sur lesquels ont porté mes recherches ont été admirablement conservés dans l'intérieur d'une graine fossile. Cette graine a séjourné évidemment quelque temps dans l'eau douce; elle s'est fendue, et de petits Crustacés ont dû chercher un refuge dans la cavité ainsi formée; ils y ont été surpris par le dépôt siliceux qui s'est substitué au tissu de la graine, ils ont été englobés et préservés ainsi de toute destruction.

» Parmi les nombreuses préparations de graines du terrain houiller de Saint-Étienne, que M. Renault avait faites pour servir aux études de M. Adolphe Brongniart, mon grand-père vénéré, sur ces graines fossiles, il s'en trouve une, du genre *Cardiocarpus*, qui renfermait quatorze petits corps arrondis et jaunâtres, pourvus d'appendices articulés et évidemment étrangers à la graine. Un examen attentif me montra que j'avais sous les yeux des Ostracodes très-voisins des *Cypris*, mais s'en distinguant cependant par plusieurs caractères essentiels; aussi je crois devoir en former un genre particulier, et je désignerai cette petite espèce sous le nom de *Palæocypris Edwardsii*, la dédiant à M. Alphonse-Milne Edwards, le savant auteur de nombreux travaux sur les Crustacés fossiles.

» M. Sars a divisé le groupe des Ostracodes en quatre sections, sous les noms de *Podocopa*, *Myodocopa*, *Cladocopa* et *Platycopa*.

» La section des *Podocopa* comprend la famille des *Cypridæ* et celle des *Cytheridæ*. C'est à cette famille qu'appartient notre Entomostracé fossile, et chacune de ces deux familles se compose d'un grand nombre de genres; mais la plupart d'entre eux habitent les eaux salées. Quatre seulement sont spéciaux aux eaux douces : ce sont les genres *Cypris*, *Cypridopsis*, *Notodromas* et *Candona*.

» Nous allons étudier la structure du *Palæocypris*, en la comparant à celle des genres qui viennent d'être cités.

» Il se sépare nettement du genre *Notodromas* par l'œil unique; des *Cypris*, des *Cypridopsis* et des *Candona* par le nombre moindre des articles aux antennes et la disposition des soies sur ces articles; par le développement plus considérable de la deuxième paire de pattes relativement à la première, tandis que le caractère inverse est commun aux autres genres; par la forme et l'importance de la rame postabdominale et le nombre des ongles qu'elle porte. Cette différence est basée sur l'examen comparatif de la plupart des espèces vivantes décrites jusqu'à ce jour et appartenant à ce groupe. Une description et une comparaison plus complètes seront développées dans un travail spécial qui sera publié dans les *Annales des Sciences géologiques*.

» Les caractères que j'ai pu étudier chez ce petit Crustacé m'ont paru assez importants pour motiver la création d'un genre particulier, distinct des genres *Cypris, Cypridopsis, Nosodromas* et *Candona,* à côté desquels il doit cependant prendre place.

» Il est intéressant de remarquer, malgré les différences génériques, la grande similitude qui existe, au point de vue de l'organisation, entre tous ces animaux, dont les uns (Palæocypris) vivaient à l'époque du dépôt de la houille, et dont les autres appartiennent à la nature actuelle. »

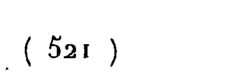
MÉTÉOROLOGIE. — *Sur l'oscillation de la mi-novembre dans l'Amérique.* Note de M. G. **Hinrichs**, présentée par M. Ch. Sainte-Claire Deville.

« Le méthode statique, appliquée à l'étude des perturbations atmosphériques, étant la seule qui soit à la disposition des météorologistes hors des grands services internationaux et télégraphiques, j'ai dû faire l'étude de plusieurs périodes à courte durée, signalées par M. Ch. Sainte-Claire Deville, avant d'organiser le réseau de stations météorologiques de l'Iowa, pour m'assurer qu'il est possible de donner des prévisions utiles par la méthode statique.

» J'ai l'honneur de soumettre à l'Académie un petit supplément à une Note (1) récente de M. Ch. Sainte-Claire Deville, pour faire voir que l'oscillation de la mi-novembre est aussi bien marquée en Amérique, de l'Iowa jusqu'à New-Foundland, que dans l'Europe et l'Algérie.

Le diagramme (*fig.* 1) montre les températures moyennes diurnes, du 4 au 20 novembre, que j'ai observées à Iowa-City depuis 1872 jusqu'à 1875. Ce diagramme confirme, d'une manière éclatante, que l'oscillation de la mi-novembre se fait sentir ici, sur le plateau, entre le Missisipi et le Missouri, avec une force suffisante pour arrêter, généralement pendant plusieurs jours, la chute très-rapide de la température, et même la remplacer par un accroissement assez considérable. Le minimum tombe en moyenne sur le 12, les maxima sur le 7 et le 15. L'oscillation, en 1874, est presque de la même forme en Europe et dans l'Iowa; ici la température diurne descendit de 17°,8 à zéro du 7 au 13, pendant que, dans l'Europe, elle descendit de 13°,4 à 3°,8 du 6 au 13. Pour faciliter la comparaison, j'ai copié la courbe des moyennes de l'Europe de la page 943 de la Note précitée.

(1) *Comptes rendus,* 1875, t. LXXX, p. 939.



Novembre, 1874

Température moyenne

Iowa City
Toronto
Québec
Halifax
St Johns
Moyenne
l'Europe

Fig. 2.

Novembre

Iowa-City
1872
1873
1874
1875
Moyenne 1872-75
Moyenne 1870-74 en Europe

Fig. 1.

» Le diagramme (*fig.* 2) correspond au diagramme que M. Ch. Sainte-Claire Deville a donné à la page 947 de la même Note pour l'année 1874. La correspondance de l'oscillation en Europe et ici en Amérique est tout à fait surprenante. La courbe des moyennes de l'Europe est à peu près identique avec la courbe des stations américaines, dont l'extrême est distante de plus de 90 degrés en longitude de Paris. A Iowa-City, la chute, du 7 au 13, était de 18 degrés; à Paris, le thermomètre descendit, du 6 au 12, de 9 degrés.

» Les stations américaines sont distantes de 40 degrés en longitude; de Iova-City jusqu'à Saint-Johns au New-Foundland il y a 3250 kilomètres. Néanmoins, l'oscillation est la même, un peu plus grande à la station plus continentale de Iowa-City, un peu plus petite aux stations maritimes de Halifax et de Saint-Johns. De plus, on voit que le minimum et le maximum secondaires sont un peu en retard pour les stations de l'est. Ainsi le minimum tombe le 13 à Iowa-City et à Toronto (distance 1100 kilomètres), et les 14 et 15 à Saint-Johns; mais le maximum secondaire tombe le 18 à Halifax comme à Saint-Johns, dont la distance est de 900 kilomètres (1).

» L'étude des *weather maps* du *Signal office* montre qu'on ne peut expliquer ces faits par des cyclones.

» Il sera donc permis de dire que « l'oscillation de la mi-novembre en 1874 s'est étendue avec une grande régularité depuis le nord de l'Europe jusqu'au sud de l'Algérie, et depuis la mer Baltique jusqu'au delà des grands lacs de l'Amérique, sur une étendue de 30 degrés en latitude et plus de 90 degrés en longitude; que les basses températures ont porté partout sur les 12, 13, 14 et 15, et que le minimum absolu a varié entre le 12 et le 15. (Voir la conclusion de la Note précitée.)

» L'oscillation de la mi-novembre est donc bien un fait général, qui peut servir de base aux prévisions du temps. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la fabrication des superphosphates destinés à l'Agriculture*. Note de M. **A. Millot**, présentée par M. P. Thenard.

« Dans une précédente Note, j'ai montré que, lorsqu'on fabrique des superphosphates à l'aide du phosphate de chaux précipité, si l'on emploie

(1) Les observations canadiennes sont tirées des *Reports* de M. G.-T. Kingston, de Toronto.

une quantité d'acide sulfurique suffisante pour transformer tout le phosphate tricalcique en phosphate acide de chaux, il ne se produit jamais de rétrogradation par le séchage du superphosphate. Il reste généralement un peu de phosphate tricalcique inattaqué, qui diminue pendant le séchage, par suite de son attaque par l'acide phosphorique mis en liberté, et la proportion de phosphate acide de chaux augmente.

» Si la quantité d'acide sulfurique est insuffisante pour une attaque complète, il se produit, pendant le séchage, du phosphate bicalcique, provenant de la réaction du phosphate acide sur le phosphate tricalcique.

» J'ai étudié l'attaque des apatites d'Espagne par des quantités croissantes d'acide sulfurique.

» Avec des quantités d'acide sulfurique suffisantes pour transformer le phosphate en phosphate acide de chaux et attaquer le carbonate et le fluorure de calcium, pendant le séchage du produit, l'acide phosphorique mis en liberté attaque le phosphate inattaqué, et la proportion d'acide phosphorique soluble augmente, contrairement à ce qui a lieu avec le phosphate précipité; il en est encore de même lorsque l'acide est en quantité insuffisante pour une attaque complète.

Le phosphate tricalcique étant attaqué par l'acide phosphorique libre, l'attaque va jusqu'au phosphate acide de chaux, et il ne se forme jamais de phosphate bicalcique, ce qui tient probablement à ce que ce phosphate minéral est difficilement attaquable par les acides faibles.

» Il n'y a donc jamais de rétrogradation dans les superphosphates, quand il n'y a ni fer ni alumine et que l'on emploie une quantité d'acide sulfurique suffisante pour une attaque complète. Il n'en est plus de même avec les phosphates minéraux renfermant des sesquioxydes.

» Avec les coprolithes du grès vert et une quantité d'acide sulfurique suffisante pour attaquer le carbonate et le phosphate de chaux, les rétrogradations sont très-considérables, et sont à peu près complètes après deux ans. La rétrogradation est proportionnelle à la quantité d'acide sulfurique. Le phosphate rétrogradé est formé de phosphates de fer compris entre les formules $2PO^5, Fe^2O^3, 8HO$ et $3PO^5, 2Fe^2O^3, 8HO$.

» Quand l'acide sulfurique est en défaut, le phosphate rétrogradé est un mélange de phosphate de fer et de phosphate bicalcique, le phosphate acide de chaux étant décomposé pendant le séchage, et se dédoublant en phosphate bicalcique et en acide phosphorique, qui se porte sur l'oxyde de fer. L'alumine n'est jamais attaquée par l'acide phosphorique dans ces produits.

» Si l'on emploie, dans la fabrication, les phosphorites du Quercy, qui renferment souvent du sesquioxyde de fer et de l'alumine très-facilement attaquable par les acides, les solutions, faites aussitôt la préparation, renferment une quantité notable d'alumine, et d'autant plus considérable que l'on a employé plus d'acide sulfurique. Pendant le séchage, le phosphate d'alumine qui était en dissolution devient insoluble, sans que cependant l'alumine disparaisse complétement des solutions. Il se forme beaucoup plus de phosphate acide de chaux et moins d'acide phosphorique libre qu'avec les coprolithes, les poudres étant très-facilement attaquables par les acides faibles.

» La rétrogradation est encore proportionnelle à la quantité d'acide sulfurique employée. L'acide phosphorique libre se combine au fer et à l'alumine pour former des phosphates insolubles; mais, même avec des quantités d'acide insuffisantes, le phosphate acide de chaux ne se dédouble pas aussi complétement que dans le cas des coprolithes, et il ne se forme que très-peu de phosphate bicalcique.

» Il arrive souvent, avec les phosphorites du Lot de bas titre, que l'on obtient des produits pâteux qui sèchent difficilement, bien que l'on n'ait employé que la proportion d'acide correspondant à la transformation du phosphate de chaux en phosphate acide. Cet effet est dû à la présence, dans le phosphate primitif, d'une grande quantité d'alumine soluble, facilement attaquable par les acides, et à la formation de phosphates d'alumine solubles. Ces phosphates deviennent insolubles au bout d'un temps assez long, et le produit se dessèche. On constate alors une rétrogradation considérable.

» J'ai réalisé ces phénomènes de la rétrogradation en faisant réagir l'acide phosphorique ou le phosphate acide de chaux à froid sur l'oxyde de fer ou l'alumine.

» En résumé, la rétrogradation des superphosphates industriels, d'après leur préparation ordinaire, est due à la présence, dans les phosphates naturels, de sesquioxydes et surtout de sesquioxyde de fer.

» Lorsque le protoxyde de fer préexiste, comme dans les coprolithes du grès vert, ou lorsqu'il est produit pendant l'attaque, par la réduction des peroxydes par l'acide sulfurique du commerce, qui renferme souvent de l'acide sulfureux, la peroxydation qui suit l'exposition à l'air a lieu rapidement, et le résultat final est le même. La formation de phosphate bicalcique est nulle ou très-faible, et n'est qu'une conséquence de la rétrogradation due à l'oxyde de fer, sauf dans des cas particuliers que l'on ne rencontre que rarement dans la fabrication générale. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Du mouvement dans les poils et les laciniations foliaires du* Drosera rotundifolia *et dans les feuilles du* Pinguicula vulgaris. Note par M. **Ed. Heckel**, présentée par M. Chatin. (Extrait.)

« Pendant que j'exécutais mes premières recherches sur le mouvement provoqué dans les végétaux supérieurs, j'avais dû négliger l'action des anesthésiques sur les plantes indiquées comme carnivores par Darwin et Hooker, et douées de mouvements que ces auteurs considèrent comme une véritable préhension des aliments. J'ai tenu à combler cette lacune en opérant sur les lieux mêmes (tourbières d'Auvergne) où croissent ces végétaux, et sans leur faire subir aucun changement dans leur manière de vivre. Les plants de *Drosera* furent choisis parmi ceux qui étaient les plus robustes, dont les laciniations foliaires marginales étaient bien irritables, bien développées et pourvues d'une gouttelette bien transparente de liquide sécrété par la glande terminale. Les *Pinguicula* furent l'objet de la même sélection. Je n'ai pas à décrire ici le mouvement des *Drosera*. Quant aux *Pinguicula*, ils présentent la singulière propriété d'incurver le bord de leurs feuilles, de dehors en dedans et dans le sens du grand axe de cet organe, dès qu'un corps étranger est placé en contact de la surface glandulaire et sécrétante, et cela de façon que les deux bords peuvent arriver presque à se toucher. Il est évident que ces organes possèdent, quoique à un degré différent, ce que j'appelle, après M. Cl. Bernard, l'*irritabilité fonctionnelle*.

» Voici comment j'opérai : muni de chloroforme et d'éther sulfurique bien purs, j'ai versé 8 gouttes du premier agent sur une petite boule de coton, qui, ainsi imbibée, a été placée sous une cloche à côté du *Drosera ;* le tout fut recouvert d'une cloche de 220 centimètres cubes de capacité. La première action de l'anesthésique à cette dose fut irritante; dans toutes les feuilles, tous les poils se replièrent en moins de trois minutes vers le centre de l'organe, comme si un insecte s'y était introduit, et la sécrétion acide commença à se produire avec l'abondance qui suit la captation d'un insecte. Pendant tout le temps que je maintins la plante sous le verre, la position fut gardée, mais le *Drosera* ayant été rendu aux conditions normales, les organes irritables revinrent peu à peu à la position de repos. L'opération ayant duré plusieurs heures, je constatai que, dès la deuxième heure, quelques poils étaient flétris, et ceux-là ne se relevèrent plus. La dose de l'agent chimique était évidemment trop forte. Darwin, qui a fait les

mêmes expériences, n'a employé que cette dose; aussi, dans son ouvrage récent sur les *Plantes insectivores*, il ne relate que le fait d'irritation.

» Une deuxième expérience a été faite, sur un autre sujet, avec 5 gouttes de chloroforme, dans les mêmes conditions : elle a donné des résultats identiques, sauf la brûlure qui ne s'est pas produite, même après quatre heures d'action.

» Dans une troisième expérience, sur un troisième sujet, je n'employai que 3 gouttes de chloroforme : le relèvement des poils ne se produisit qu'après dix minutes d'action. Le retour des organes irritables à leur position de repos s'est effectué dans l'atmosphère de chloroforme six minutes après, et pas un n'était altéré dans sa constitution. La cloche ayant été enlevée, les organes touchés étant endormis, il a fallu attendre dix-huit minutes, au grand air, pour que l'irritabilité fût rétablie.

» Dans une quatrième expérience, avec 2 gouttes de chloroforme, l'irritation a été peu accusée, les poils se sont dressés à moitié, puis sont retournés à leur position normale, le tout en neuf minutes environ; exposés au grand air, ils n'ont repris leur irritabilité qu'après six minutes de sommeil. La présence d'une matière azotée (morceau de viande crue, albumine coagulée), au centre de la feuille, pendant l'anesthésie, n'a pas réveillé les poils, ni dans la troisième, ni dans la quatrième expérience renouvelée.

» L'éther sulfurique a donné des résultats semblables à ceux du chloroforme, avec ces différences que les doses ont dû être plus élevées, que la durée de l'insensibilité a été plus courte et l'excitation moins intense.

» Il est remarquable de voir que les anesthésiques produisent ici une irritation préalable (comme dans les autres organes floraux irritables), et que, dans le cas actuel, comme dans les Berbéridées (étamines), ainsi que je l'ai montré (1), ces agents ne paralysent l'irritabilité que lorsque l'organe qui en est le siége est dans la période de repos.

» Le mouvement des *Pinguicula* est très-lent et, par conséquent, d'une analyse plus difficile au point de vue qui m'occupe; cependant, à faible dose (2 gouttes), il a pu être suspendu manifestement; à forte dose (8 gouttes), il est aussi manifestement accéléré. »

---

(1) *Du mouvement végétal;* G. Masson, 1875. (*Comptes rendus* du 20 avril 1874.)

MÉTÉOROLOGIE. — *Les combustions météoriques.* Note de M. W. DE FONVIELLE. (Extrait par l'auteur.)

« L'auteur cite des passages de Lycosthènes et du P. Kircher, qui prouvent que les physiciens du XVI^e^ et du XVII^e^ siècle avaient constaté, dans certaines circonstances, la présence de cristallisations de chlorhydrate d'ammoniaque au milieu des alluvions atmosphériques.

» Il indique un moyen rapide pour mesurer, à l'aide d'une ascension aérostatique, la quantité de poussières contenues dans une couche d'air d'une épaisseur déterminée.

» Ce procédé consiste à placer au bout d'une perche une surface de quelques décimètres carrés, maintenue horizontale, dont un des côtés a été recouvert de glycérine très-pure. Soit H la hauteur verticale parcourue par l'aérostat, S l'étendue de la surface gluante exprimée en décimètres carrés, p le poids de poussière recueillie. La teneur du mètre cube sera

$$\frac{p \times 100}{\mathrm{HS}}.$$

» L'auteur fait remarquer que cette question a été soulevée par M. Ch. Dufour dans les *Comptes rendus*, séance du 9 avril 1866, page 840. Ce savant expliquait ainsi l'accélération de six secondes par siècle du moyen mouvement de la Lune, en supposant que la masse de poussières météoriques tombant en 36 524 jours fût de 11 000 kilomètres cubes.

» Il ajoute qu'il n'est point nécessaire d'admettre que le résidu de toutes les combustions météoriques fût une matière solide; car les résultats des recherches faites par M. Daubrée prouvent qu'une fraction inconnue de ces actions chimiques doit donner naissance à de l'acide carbonique et de l'eau. En effet, ce savant a trouvé, dans les résidus des aérolithes ramassés à la surface du sol, des matières carbonées et hydrogénées qui avaient échappé à la combustion.

» L'auteur termine en faisant remarquer que la quantité d'eau employée dans l'hydratation progressive des roches profondes, et dans les réactions volcaniques, semble indiquer que la nature possède un moyen d'entretenir la masse liquide qui remplit le bassin des mers, puisque le volume des éléments aqueux ne paraît pas diminuer. Cette eau météorique, à cause du froid prodigieux des hautes régions, doit descendre sous forme de poussière glacée. »

ÉLECTRICITÉ. — *Réclamation de priorité concernant le mécanisme d'une lampe électrique présentée par* M. Girouard. Lettre de M. J.-E. **Abadie** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Je lis, dans le *Compte rendu* de la séance du 24 janvier dernier, la description d'une lampe électrique de M. E. Girouard, présentée par M. du Moncel, et dont le mécanisme moteur est composé de deux mouvements d'horlogerie distincts, bien que commandés par un seul barillet. Je tiens à constater que, dès le mois de novembre 1868, j'avais remis à M. E. Ducretet, constructeur de l'appareil de M. Girouard, un dessin de ce dispositif, et que M. Ducretet ne l'a appliqué à ce régulateur qu'après m'en avoir demandé l'autorisation (1). »

M. **Toselli** adresse une formule nouvelle, permettant de trouver la quantité de glace que l'on peut produire, en cinq minutes, dans ses glacières à récepteur multiple.

A 5 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. D.

---

(1) J'ai déjà eu, du reste, l'honneur d'en adresser le dessin à l'Académie dans le courant du mois de mars 1875 (pli cacheté n° 2907), et, pour compléter ce premier Mémoire, j'envoyais, le 30 octobre dernier, malgré ma répugnance à entretenir l'Académie d'appareils non encore construits, une Note sur une lampe électrique fort simple, actionnée par ce même mécanisme, et qui avait été antérieurement communiquée à une Société savante de province.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 MARS 1876.

PRÉSIDENCE DE M. LE VICE-AMIRAL PÂRIS.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉODÉSIE. — *Note sur les opérations géodésiques entreprises au Bresil;* par M. le général **Morin**.

« Par une décision récente du Ministre de l'Agriculture, du Commerce et des Travaux publics du Brésil, le gouvernement de l'Empereur Don Pedro II vient d'instituer une Commission chargée de l'exécution d'un ensemble d'opérations géodésiques d'une grande importance pour les progrès de nos connaissances sur la forme réelle du globe terrestre.

» Cette Commission a d'abord pour mission de déterminer la position exacte d'une série de stations géodésiques entre l'Observatoire de Rio-de-Janeiro et la ville de San-Joau de Rio Claro, extrémité actuelle du chemin de fer de Rio à San-Paolo et point de départ du prolongement projeté de ce chemin jusqu'à l'embouchure de la rivière Tiele dans le Parana, en continuant les triangulations jusqu'à cette embouchure.

» D'après la position des stations extrêmes, cette opération aura pour résultat la mesure exacte d'un arc de parallèle situé à la latitude sud d'environ 23 degrés et de 9 à 10 degrés d'étendue en longitude, reliant la capitale de l'Empire au grand méridien du Brésil.

» D'une autre part, ce méridien, qui est à la longitude occidentale de 10 degrés par rapport à l'Observatoire de Rio, traverse tout le Brésil, depuis la latitude nord de 2 degrés à la frontière de la Guyane française jusqu'à la latitude sud d'environ 33 degrés et demi, où il se termine à l'embouchure de la rivière Chuy, limite de l'état-oriental de l'Urugay, embrassant ainsi un arc de plus de 35 degrés et demi, et il atteindrait 38 degrés si sa mesure était prolongée, comme on doit le désirer, jusqu'au littoral de notre colonie.

» La mesure d'un arc de méridien, partant de l'équateur et d'une amplitude supérieure à tout ce qui a été fait ou entrepris dans ce genre, est l'opération principale que doit exécuter la Commission des savants brésiliens sous la direction de notre compatriote M. Liais, directeur de l'Observatoire de Rio.

» Le concours des directeurs des lignes télégraphiques de terre et de mer est assuré à ces opérations, et, quand les stations télégraphiques feront défaut, on y suppléera, pour la détermination des longitudes, par l'emploi de signaux lumineux reçus et transmis à l'aide d'appareils chronométriques enregistreurs, dont la marche aura été soigneusement comparée avec les observations horaires faites à l'Observatoire de Rio.

» Pour la détermination des latitudes des diverses stations de cet immense réseau géodésique, on aura recours aux observations zénithales, pour lesquelles on emploiera une lunette perfectionnée par les soins de l'Observatoire de Rio.

» Les savants brésiliens qui composent cette Commission sont :

MM. Manuel Pereira Reis, président;
Fabio Hostillo de Moraes Rego;
Joaquin Huet de Bacellar;
Godofredo José Furtado;
Julio Alves da Cunha;
Juliao de Oliveira Lacerda.

» On voit, par cette indication du vaste programme d'opérations géodésiques, imposé à leur dévouement, quelle sera l'importance de ces travaux et quels titres acquerront à l'estime du monde savant ceux qui auront eu l'honneur de conduire à bonne fin une semblable entreprise.

» L'Académie des Sciences, qui reconnaîtra facilement la main directrice de ces belles opérations scientifiques, ne peut que faire des vœux pour leur succès et pour leur prompt achèvement. »

« M. **Faye**, à la suite de cette importante Communication, fait remarquer que les travaux géodésiques qui vont être entrepris au Brésil pour servir de base à la description géométrique et au tracé des voies de communication de ce vaste empire, rendront à la Science un service d'autant plus grand que tous les arcs de méridien et de parallèle qui ont été mesurés depuis un siècle, et ceux qui sont aujourd'hui en cours d'exécution en Europe et en Amérique, se trouvent situés sur l'hémisphère boréal, à l'exception des petits arcs du Pérou et du Cap. Le grand arc de parallèle qui va être mesuré au Brésil comblera cette grave lacune et permettra d'étudier mathématiquement la figure complète de notre globe. »

M. **Daubrée** signale, à un autre point de vue, l'importance des travaux projetés :

« C'est avec un vif intérêt que les géologues verraient prolonger vers l'ouest, à travers la Bolivie, le parallèle qu'il s'agit de mesurer; car il couperait le bourrelet montagneux si remarquable, tant par sa grande élévation que par sa constitution minérale, qui, à cette latitude, représente le massif des Andes. »

NAVIGATION. — *Transformation de l'Astronomie nautique, à la suite des progrès de la Chronométrie*. Note de M. **Yvon Villarceau**.

« Les exigences de nombreux services maritimes, établis depuis une vingtaine d'années, ont montré l'insuffisance des méthodes astronomiques à peu près exclusivement enseignées dans nos écoles; d'heureuses innovations ont été proposées à diverses reprises; on s'expliquera comment elles n'ont pu s'introduire que difficilement dans la pratique, si l'on veut bien remarquer que le succès des nouveaux procédés dépend entièrement du degré d'exactitude avec lequel on peut déduire, de l'observation des montres marines, l'heure du premier méridien.

» Grâce à l'habilité de nos artistes et aux persévérantes investigations de M. de Magnac, il devient possible, même après les plus longues traversées, de connaître l'heure du premier méridien, dès que l'on dispose de trois chronomètres, et l'erreur que l'on peut avoir à redouter de ce côté n'excède guères celle des observations ordinaires de la latitude.

» Cet important résultat impose aux marins la nécessité d'utiliser et de perfectionner les méthodes nouvelles, en leur assignant, dans la science nautique, le rang qui leur est attribué par la nature des problèmes dont elles offrent la solution.

» L'origine des nouvelles méthodes paraît remonter à une quarantaine d'années, et serait due à un officier américain, M. Sumner; ces méthodes ont été l'objet d'études de la part d'officiers de notre marine, parmi lesquels il est juste de citer MM. Hilleret, Marc-Saint-Hilaire et de Magnac. Nous montrerons bientôt que, si elles n'avaient pas été déjà développées, les nouvelles méthodes se présenteraient comme une conséquence rigoureuse des données actuelles du problème de la navigation astronomique.

» Le moment est venu de mettre de l'ordre dans la science nautique, tout en l'élevant à la hauteur des besoins qu'elle doit satisfaire : c'est ce qui a été compris par quelques officiers de notre marine. Convaincus de la nécessité de refondre la théorie et la pratique de la navigation, ils ont entrepris un travail d'ensemble sur cette matière et ils m'ont prié de me charger de la partie astronomique.

» Le travail est assez avancé pour qu'il me soit possible d'en soumettre les bases au jugement de l'Académie et de présenter quelques solutions nouvelles de certains problèmes nautiques.

» Voici les divisions qui ont été adoptées : 1° navigation par l'estime; 2° ancienne navigation; 3° nouvelle navigation; 4° navigation côtière.

» Pour justifier les méthodes de la *nouvelle navigation*, il est nécessaire de rappeler, en quelques mots, ce qui constitue essentiellement la navigation par l'estime et l'ancienne navigation.

» La navigation par l'estime est celle à laquelle on était réduit dans la période de temps qui sépare l'invention de la boussole de celle des instruments à réflexion : elle repose sur l'emploi du loch et de la boussole; elle suffirait si les indications de ces instruments étaient parfaites et si l'on avait une connaissance exacte de la vitesse et de la direction des courants. Disons immédiatement que, malgré ses imperfections, l'estime tient une place très-importante dans la *nouvelle navigation* tout comme dans l'ancienne.

» L'ancienne navigation repose à peu près exclusivement sur la détermination de la latitude par l'observation méridienne du Soleil, et celle de la longitude par les distances lunaires. Ces deux observations ne coïncident généralement pas. Dès que la latitude a été obtenue par l'observation du Soleil, on en substitue le résultat à celui que donne l'estime, et l'on se sert de cette dernière pour obtenir la latitude au moment de l'observation des distances lunaires, en sorte que la longitude n'est affectée des erreurs de l'estime que relativement au déplacement du navire depuis le midi vrai. La longitude ainsi obtenue est substituée également à celle de l'estime. De

cette manière, les erreurs de l'estime se réduisent toujours à celles qui peuvent se produire dans l'intervalle des observations astronomiques. A l'époque où la navigation à la voile était seule pratiquée, le déplacement du navire entre les observations de la latitude et celles de la longitude était sans grande importance; il n'en est plus de même aujourd'hui. On avait cependant senti la nécessité de combiner les observations astronomiques de manière à pouvoir obtenir à la fois la latitude et l'angle horaire au moyen duquel s'obtient la longitude : dans ce but, on avait imaginé de combiner les observations de hauteur de deux astres, ou d'un même astre à des temps différents, en tenant compte de l'estime dans l'intervalle; mais la solution du problème dépend de la résolution d'un quadrilatère sphérique, et nécessite des calculs trop longs, dans la pratique de la navigation courante; ce procédé, qui, comme on le verra bientôt, est la base de la nouvelle navigation, est resté longtemps sans applications sérieuses.

» Jusqu'ici les chronomètres ne jouent aucun rôle essentiel, attendu que l'on ne peut encore compter sur l'exactitude de leurs indications; autrement, connaissant la latitude du lieu, il suffirait, pour obtenir la longitude, d'observer un angle horaire au moment favorable. La méthode des distances lunaires n'est pas d'une application journalière, attendu que les observations de distances sont souvent séparées par des intervalles de quatre, cinq à six jours, comme dans le voisinage des nouvelles lunes; alors on utilise les montres marines, dans ces intervalles, en rectifiant l'heure du premier méridien au moyen de la dernière observation de distance lunaire; en cet état de choses, l'usage des montres marines constitue, à l'égard des longitudes, une autre genre d'estime, analogue à celui que présentent le loch et la boussole relativement aux latitudes.

» Au fur et à mesure que les méthodes chronométriques se perfectionnent, l'emploi des montres marines perd le caractère que nous venons de signaler; il commence bientôt à rivaliser avec celui des distances lunaires. Ce n'est toutefois que dans ces derniers temps que l'emploi des montres marines a fini par acquérir un degré de supériorité bien constaté et a permis d'opérer la transformation qui constitue la *nouvelle navigation*. Ajoutons, pour n'y pas revenir, que les procédés de l'estime sont constamment utilisés dans les intervalles qui séparent les observations astronomiques, tant dans l'ancienne navigation que dans la nouvelle.

» Le caractère propre de la nouvelle navigation est dans l'emploi des indications chronométriques convenablement corrigées, pour déterminer

avec sécurité l'heure du premier méridien, à un instant quelconque. On a vu par les Mémoires de M. de Magnac que ce résultat peut être obtenu, dans la pratique de la navigation courante, au moyen de procédés graphiques d'un usage aussi facile que ceux employés antérieurement. Or, si l'on considère les erreurs auxquelles sont sujettes les longitudes obtenues par les distances lunaires, erreurs qui ont leur source dans l'imperfection des tables et la grande difficulté des observations, on est conduit à remplacer les distances lunaires par les méthodes chronométriques. Il reste à examiner quel système d'observations est le plus propre à la détermination simultanée de la latitude et de la longitude.

» La théorie montre que, si l'on connaît l'heure du premier méridien, il suffit de deux observations de hauteur pour déterminer à la fois les deux coordonnées, longitude et latitude, et qu'il n'est pas nécessaire que ces observations soient simultanées, lorsqu'on peut compter sur la mesure du déplacement du navire dans l'intervalle des observations, mesure que l'estime fournit avec une suffisante précision.

» La solution *directe* de ce problème, par les méthodes ordinaires, exige de longs calculs; à cette solution directe on peut substituer une solution indirecte, qui se trouve singulièrement facilitée par l'emploi des fonctions hyperboliques; mais on peut, le plus souvent, sinon presque toujours, appliquer les méthodes astronomiques, qui consistent à rechercher la correction d'une solution approchée, en faisant usage des *équations de condition*. Or, la solution approchée est précisément fournie par l'*estime*, et le point qu'on en déduit s'appelle point *estimé*. Partant donc du point estimé, il est facile d'en conclure, par un calcul simple, la hauteur et l'azimut de l'astre observé; nommons ces quantités *hauteur* et *azimut estimés*. Avec ces éléments, on pose une équation établissant la condition que la hauteur *estimée*, corrigée en raison des corrections inconnues de la longitude et de la latitude *estimées*, s'accorde avec la hauteur *observée*.

» En bornant les calculs aux termes du premier ordre, on a une équation linéaire entre les deux corrections inconnues. Géométriquement, cette équation se traduit par une droite que l'on peut tracer sur une carte marine, et qui offre cette particularité d'être normale à la direction azimutale de l'astre observé. Cette droite a reçu la dénomination de *droite de hauteur*, et son point de croisement avec la direction azimutale de l'astre observé a reçu le nom de point *rapproché*. La droite de hauteur est un lieu géométrique de la position du navire; et le point *rapproché*, dans le cas d'une seule observation de hauteur, est la position la plus probable, eu égard aux

seules erreurs de l'estime. L'équation de condition ayant été rendue linéaire par la suppression des termes d'ordres supérieurs, on ne peut faire usage de la droite de hauteur que dans un intervalle peu considérable de part et d'autre du point rapproché.

» Il est clair actuellement qu'une seconde observation fournira une nouvelle droite de hauteur et que la position cherchée du *point*, ou la position du navire, sera à l'intersection des deux droites. La théorie rigoureuse montre que les conditions les plus favorables à l'exacte détermination du point, au moyen de deux observations, se présentent dans le cas où les deux distances zénithales, jointes à l'angle azimutal qu'elles comprennent, forment un triangle sphérique trirectangle.

» Nous voici parvenus, en suivant l'ordre logique, à une solution qui prend une place bien déterminée dans la science nautique : cette solution a été signalée et mise en pratique par M. Marc Saint-Hilaire; nous voyons, ainsi qu'il a été dit plus haut, qu'elle se présentait comme conséquence inévitable d'un système de données bien défini.

» Le cas d'une seule observation de hauteur offre une solution indéterminée; mais la droite de hauteur est néanmoins très-utile dans les atterrissages, attendu que, tracée sur la carte, elle fournit une direction que le navigateur peut suivre avec sécurité, ou parallèlement à laquelle il peut marcher pour atteindre un point déterminé de la côte.

» Le cas des deux hauteurs observées fournit une solution du problème du point ; mais cette solution manque d'un contrôle désirable, surtout au moment où l'on se prépare à l'atterrissage. Dans cette circonstance et quand l'état du ciel le permet, on multiplie les observations : on a alors autant de droites que de hauteurs observées; mais généralement les erreurs des observations ont pour résultat que les diverses droites ne se croisent pas en un point unique : si leur nombre est n, le nombre des points d'intersection est $n(n-1):2$. Le problème est ici plus que déterminé, et sa solution doit être demandée à la théorie des probabilités.

» En supposant les observations également précises, la situation du *point*, la plus probable, est telle que la somme des carrés des normales abaissées de ce point sur les droites de hauteur se trouve être un minimum : en conséquence, le *point cherché* est le centre de gravité des pieds des perpendiculaires abaissées de ce point sur les mêmes droites.

» Voici la solution analytique du problème. Soient :

n le nombre des hauteurs observées H, corrigées des effets de la dépression, de la réfraction et au besoin de la parallaxe;

H_e les hauteurs estimées correspondantes;
Z les azimuts comptés du nord vers l'ouest;
$\delta\mathcal{L}$ et δL les corrections respectives de la longitude et de la latitude estimées. On obtiendra ces inconnues par les formules suivantes :

$$p = H - H_e, \quad X = \frac{1}{n}\Sigma p \sin Z, \quad Y = \frac{1}{n}\Sigma p \cos Z,$$
$$v = \frac{1}{n}\Sigma \sin 2Z, \quad u = \frac{1}{n}\Sigma \cos 2Z,$$
$$(1 - u^2 - v^2)\,\delta\mathcal{L} = 2[(1 + u)X - vY],$$
$$(1 - u^2 - v^2)\frac{\delta L}{\cos L} = 2[(1 - u)Y - vX].$$

» Nous mentionnerons que la quantité p représente, pour chaque observation, la distance entre le point *estimé* et le point *rapproché* correspondant : d'après cela, on voit que notre solution dépend essentiellement des coordonnées des points *rapprochés*.

» Le cas de trois *droites de hauteur* étant le plus fréquent, nous avons recherché une solution graphique pour ce cas. Celle que nous avons trouvée se déduit directement des conditions du problème; voici en quoi elle consiste. Soient A, B, C les sommets du triangle formé par les trois droites, a, b, c les côtés opposés. Considérons le sommet A, et menons du côté intérieur du triangle deux droites parallèles aux côtés compris b, c, à des distances respectivement proportionnelles aux longueurs de ces côtés, et joignons le point A' d'intersection de ces parallèles au sommet A; le point le plus probable sera situé sur la droite AA'; donc, si l'on répète la même construction, relativement aux autres sommets, les trois droites AA', BB', CC' se couperont au point cherché.

» Quant à la solution graphique du problème relatif à un nombre quelconque de droites de hauteur, nous l'avons proposée à un ancien officier de marine, géomètre très-exercé, M. H. Bertot, actuellement ingénieur civil. Ce géomètre a effectivement trouvé une solution graphique que nous nous bornons pour l'instant à annoncer.

» D'après ce qui vient d'être exposé, il est visible que la nouvelle navigation se réduit à l'application de méthodes simples, qui se présentent comme conséquences inévitables des données actuelles du problème de la navigation astronomique : d'une part, méthodes chronométriques qui seront développées par M. de Magnac; d'autre part, observations de plusieurs hauteurs d'astres connus, et méthodes soit analytiques, soit graphiques, pour en déduire les coordonnées du point.

» Quant à la partie analytique de notre travail, nous croyons devoir faire connaître que nos formules ont un degré de généralité qui ne laisse rien à désirer. Il suffit que les quantités qui entrent dans leur composition soient tout d'abord affectées de signes convenus, pour que le calculateur n'ait qu'à se conformer aux règles de l'Algèbre. Entièrement dégagé de la nécessité de recourir aux considérations géométriques pour fixer ces signes, il conservera la liberté d'esprit qui est indispensable pour exécuter rapidement et sûrement les calculs numériques.

» Bien que les méthodes décrites dans la présente Note suffisent largement aux besoins de la navigation, il ne sera pas sans intérêt d'exposer d'autres méthodes intimement liées aux précédentes, et qui nous fourniront l'occasion de revenir sur le côté historique de la question; ces méthodes nous offriront d'ailleurs un certain intérêt théorique, en ce sens qu'on y trouvera la solution de questions de Trigonométrie sphérique, simplifiée par l'emploi des fonctions hyperboliques.

» Les méthodes auxquelles nous faisons allusion ont été désignées sous le nom de *méthodes des courbes de hauteur*. Nous en ferons l'objet d'une prochaine Communication. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Note sur les chemises de vapeur des cylindres des machines;* par M. **H. Resal**.

« On a reconnu que l'emploi des chemises de vapeur des cylindres, enveloppées de matières peu perméables à la chaleur, avait pour effet de réaliser une économie notable dans la dépense de combustible, économie qui, dans certains cas, s'est élevée à près de 20 pour 100.

» J'ai cherché à me rendre compte de ce fait, qui, au premier abord, m'a paru paradoxal.

» A cet effet, j'ai considéré deux cylindres identiques alimentés par la même chaudière, l'un enveloppé seulement de matières peu conductrices, l'autre muni d'une chemise de vapeur entourée elle-même de matières à peu près imperméables à la chaleur.

» J'ai supposé que dans le premier cylindre la vapeur se détendait comme si elle n'éprouvait ni perte, ni gain de chaleur, et que dans le second la pression de la vapeur, pendant la détente, suivait la loi de Mariotte, comme l'indique l'expérience.

» J'ai admis que l'admission était la même dans les deux cas.

» Un exemple numérique que je rapporte ci-après m'a conduit aux ré-

sultats suivants : 1° le rapport de la quantité de chaleur, transformée en travail, à la quantité de chaleur fournie par la chaudière pendant l'admission et la détente est un peu plus faible dans le premier cas que dans le second; 2° si l'on suppose que la chaleur de vaporisation de l'eau condensée à la fin de la détente soit empruntée en totalité au cylindre, pendant l'échappement, puis restituée d'une manière quelconque par la chaudière, on trouve que le rendement calorifique est plus grand dans le second cas que dans le premier et que la différence relative des deux rendements est comprise entre un cinquième et un sixième, ce qui est d'accord avec l'expérience.

» J'ai supposé que la pression dans le cylindre, pendant l'admission, est égale à la pression dans la chaudière, ce qui est à très-peu près exact lorsque le tuyau d'amenée de la vapeur est court, que son diamètre est grand, qu'il est bien enveloppé, et lorsque les orifices d'admission sont grands et rapidement ouverts, comme dans les machines Corliss et Sulzer.

» Soient :

$A = 425$ l'équivalent mécanique de la chaleur;

$p_0 = 10333 \times 6^{\text{atm}}$ la pression dans la chaudière;

t_0 la température correspondante;

$$(a)\qquad \rho_0 = 0,001164\left(\frac{p_0}{10333}\times 760\right)^{0,948} = 3,2837$$

le poids spécifique de la vapeur saturée sèche à la température t_0;

$r_0 = 496$ la chaleur de vaporisation de cette vapeur;

$\eta_0 = 0,80$ la proportion de vapeur sèche admise dans le cylindre.

» Pour les quantités qui se rapportent à la détente, je me suis servi des mêmes lettres que ci-dessus, en remplaçant l'indice zéro par l'unité. J'ai négligé l'espace nuisible et la faible variation avec sa température de la chaleur spécifique de l'eau. Enfin j'ai admis que la température de l'eau d'alimentation était 12 degrés.

» 1^{er} CAS. — *La vapeur se détend sans éprouver ni perte ni gain de chaleur.*

» Dans ce cas, on a

$$(1)\qquad \frac{\eta_1 r_1}{273+t_1} = \frac{\eta_0 r_0}{273+t_0} + 2,3026\log\frac{273+t_0}{273+t_1}$$

et, pour l'équivalent calorifique du travail dû à la détente de 1 kilogramme de vapeur,

$$(2)\qquad \frac{1}{A}\int p\frac{d\eta}{\rho} = t_0 - t + \eta_0 r_0 - \eta_1 r_1 + \frac{1}{A}\left(\frac{\eta_1 p_1}{\rho_1} - \frac{\eta_0 p_0}{\rho_0}\right).$$

» Si l'on suppose $\frac{p}{p_0} = \frac{1}{12}$, on trouve

(3) $$\left\{\begin{array}{l} t_1 = 82^\circ, \quad \eta_1 = 0{,}721, \quad \rho_1 = 0{,}316, \\ \frac{1}{A}\int p \frac{d\eta}{\rho} = 60{,}2, \end{array}\right.$$

et pour le rapport des volumes à la fin et au commencement de la détente

(4) $$\frac{\eta_1}{\rho_1} \times \frac{\rho_0}{\eta_0} = 9{,}32.$$

» On remarquera notamment que *la proportion d'eau contenue primitivement dans le cylindre a presque doublé à la fin de la détente.*

» Le rapport de la quantité de chaleur transformée en travail à la quantité de chaleur dépensée pendant l'admission est

(5) $$\frac{\frac{1}{A}\left(\int p \frac{d\eta}{\rho} + \frac{\eta_0}{\rho_0} p_0\right)}{\eta_0 r_0 + t_0 - 12 + \frac{\eta_0 p_0}{A \rho_0}} = 0{,}1655.$$

» Si l'on ajoute au dénominateur la chaleur de vaporisation $(1 - \eta_1) r_1$ de l'eau contenue dans le cylindre à la fin de la détente, conformément à ce que j'ai annoncé plus haut, le rapport devient

(6) $$\varepsilon = 0{,}1325.$$

» 2e Cas. — *La vapeur se détend en suivant la loi de Mariotte.*

» Pour nous placer dans les mêmes conditions que précédemment, nous poserons

$$p_0 = 9{,}32 p_1,$$

d'où

$$t_1 = 88^\circ.$$

» On a, par hypothèse,

$$\frac{\eta_1 p_1}{\rho_1} = \frac{\eta_0}{\rho_0} p_0,$$

ou, en vertu de la formule (a),

$$\eta_1 = \eta_0 \left(\frac{p_0}{p}\right)^{0,057} = 0{,}909,$$

et la *proportion d'eau contenue primitivement dans le cylindre a diminué de moitié environ.*

» Le rapport entre la quantité de chaleur transformée en travail et la

quantité de chaleur dépensée pendant l'admission de la détente est

$$(7)\qquad \frac{\frac{\eta_0 p_0}{A}\left(1+2,3026\log\frac{p_0}{p}\right)}{r_1 t_1 + t_1 - 12 + \frac{\eta_0 p_0}{A}\left(1+2,3026\log\frac{p_0}{p}\right)} = 0,1673.$$

Ce rapport diffère peu, comme on le voit, du rapport semblable (5) relatif au cas précédent.

» Si l'on ajoute au dénominateur de l'expression (6) la chaleur de vaporisation $(1-\eta_1)r_1$, on trouve

$$(8)\qquad \varepsilon = 0,1557.$$

» Enfin, en divisant l'une par l'autre les valeurs (8) et (6), on trouve 1,175 pour le rapport des quantités de travail produites par 1 kilogramme de vapeur lorsque la chemise de vapeur existe et qu'elle n'existe pas. L'économie résultant de l'emploi de la chemise se traduit donc par le nombre 0,175, soit à peu près $\frac{4}{23}$, fraction comprise entre $\frac{1}{5}$ et $\frac{1}{6}$, comme nous l'avons annoncé. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les variations ou inégalités périodiques de la température* (onzième Note, suite); par M. **Ch. Sainte-Claire Deville.**

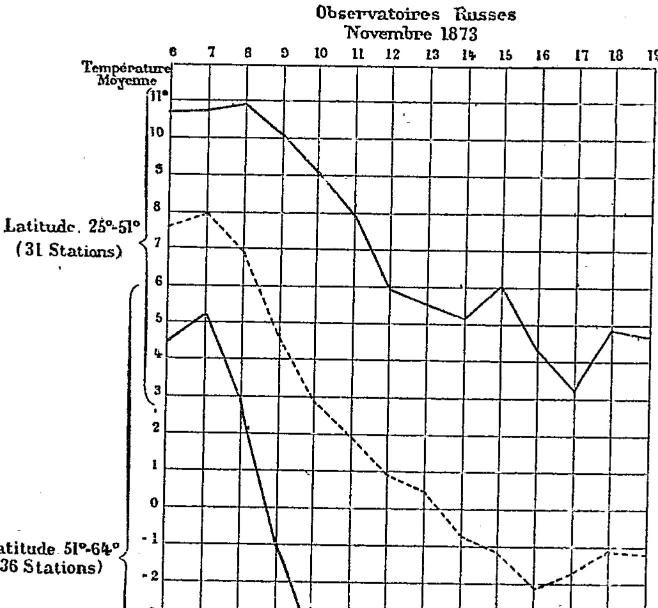
« La présente Note est le complément de celle que j'ai présentée dans la séance du 12 avril 1875, et dans laquelle j'ai commencé l'étude de la grande oscillation de la température, dont le centre tombe généralement du 12 au 14 du mois de novembre, mais qui, comme je l'ai fait observer plusieurs fois, se compose, en réalité, de trois courtes oscillations successives, de cinq jours chacune, celle du milieu coïncidant avec l'oscillation du vingtième jour dodécuple, pour le mois de novembre. C'est ce qu'on voit très-clairement, par exemple, dans le diagramme de la page 945 du tome LXXX, où j'ai réuni, pour novembre 1873, la moyenne température de chacun des jours de cette période, observée en 42 stations européennes.

» Ces 42 stations comprennent : au sud, Saint-Louis du Sénégal, San-Miguel des Açores, des stations appartenant à l'Italie et à l'Europe centrale et trois seulement au nord : Utrecht, Copenhague et Stonyhurst. La surface qu'elles embrassent s'étend, en latitude, du 17^e au 56^e degré N. et, en longitude, du 25^e degré O. au 14^e degré E. du méridien de Paris.

» Depuis la rédaction de cette Note, M. le professeur Wild m'ayant fait l'amitié de m'adresser l'ensemble des observations recueillies pour 1873,

et publiées par l'Observatoire physique central de Saint-Pétersbourg, j'ai pu poursuivre l'étude de l'oscillation périodique de novembre 1873 sur le nord et le nord-est de l'Europe et sur une grande partie de l'Asie. Les stations pour lesquelles le mois de novembre est donné en entier et sans lacunes sont au nombre de 67. Leur limite supérieure, en latitude, est le 64e degré (Archangelsk); leur limite inférieure, le 25e degré (Kelung). Quant aux limites extrêmes des longitudes, elles sont, à l'est de Paris, les 21e et

Fig. 1.



140e degrés. Ces 67 stations comprennent donc une très-grande partie de l'Europe septentrionale et de l'Asie. On y trouve les stations de la Russie, de la Sibérie et de l'Oural, de la Crimée, du Caucase, de l'Arménie et de la Chine, jusqu'au fleuve Amour.

» Pour discuter tous ces résultats, je les ai divisés en deux groupes, suivant que la latitude des stations était inférieure ou supérieure au

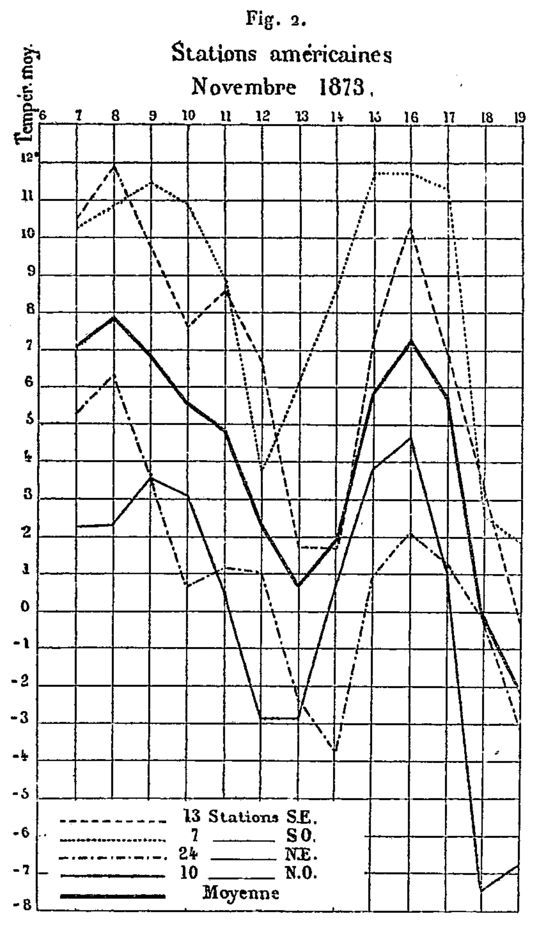
51[e] degré. Ces dernières, comprenant 36 stations, sont représentées par la courbe inférieure du diagramme ci-joint (*fig.* 1); la courbe supérieure donne la moyenne des 31 stations les plus méridionales.

» La discussion de ces deux courbes me paraît intéressante et instructive. La courbe inférieure, qui se rapporte aux stations qui sont, à la fin, les plus nombreuses et le mieux observées, présente nettement les trois inflexions *sexdodécuples* ou *quinquediurnes*, les 6, 11 et 16, comme la courbe des 42 stations du midi et du centre de l'Europe (t. LXXX, p. 945) les présentait, les 7, 12 et 17, c'est-à-dire avec un jour de retard. La courbe des 31 stations les plus méridionales, qui s'étendent sur des contrées extrêmement diverses et de climats très-variés, présente aussi ces trois inflexions, avec un peu moins de régularité. La courbe intermédiaire, ponctuée, qui est la moyenne des deux autres, dissimule l'oscillation du milieu et ne donne nettement que le maximum du 7 et le minimum du 16; ce qui est une nouvelle preuve que, dans ce genre de recherches, il faut se garder de combiner ensemble des résultats obtenus dans des stations extrêmement éloignées les unes des autres, dont les jours critiques peuvent avancer ou retarder les uns sur les autres, et dont la moyenne élimine ainsi l'inflexion que l'on recherche.

» Quant à l'Amérique du Nord, l'une des courbes de la *fig.* 1 (page 521) de la Note de M. G. Hinrichs montre que l'oscillation de la mi-novembre 1873 s'est fait sentir à Iowa-City : on y distingue parfaitement les abaissements des 6, 13 et 18 et les relèvements des 7, 10 et 15; mais je possède, depuis quelques jours seulement, un document très-précieux à cet égard, c'est l'*Annual Rapport*, pour 1874, publié par le général Albert Myer. J'y trouve, en effet, 54 stations des États-Unis et du Canada, pour lesquelles les minima et maxima (1) sont donnés chaque jour, sans lacunes, du 7 au 19 novembre 1873. Ce grand espace a pour limites extrêmes, en latitude, le 25[e] et le 50[e] degrés N. et, en longitude, les 66[e] et 125[e] degrés O. de Paris. En divisant en quatre com-

(1) Bien que, dans l'*Annual Report*, pour chaque station, le maximum diurne soit indiqué *avant* le minimum, j'ai supposé que ces deux extrêmes de la température étaient comptés, comme ils le sont généralement en Europe, entre deux minuits consécutifs. Si, au contraire, le maximum donné pour un jour est celui qui a été observé dans l'après-midi de la veille, les moyennes américaines doivent être considérées comme en avance de douze heures sur les autres. Qu'il nous soit permis d'ajouter que si le *Chief-Signal Officer* voulait ajouter à son précieux Recueil la demi-somme des extrêmes pour chaque jour, il rendrait à la Météorologie de discussion un éminent service.

partiments déterminés par la rencontre du 40e degré de latitude avec le 92e degré de longitude (Greenwich), on trouve 10 stations pour le compartiment N.-O., 24 pour le N.-E., 13 pour le S.-E. et 7 pour le S.-O., et, si l'on calcule ces quatre moyennes, on obtient les quatre courbes de la *fig.* 2 et, pour moyenne générale, la courbe pleine forte. Ces courbes



se ressemblent deux à deux : celles du S.-E. et du N.-E. présentent, vers le 10, une inflexion qui disparaît dans les deux autres; mais la grande oscillation se dessine nettement dans chacune des courbes : le premier maximum variant du 8 au 9, le second tombant invariablement le 16; le minimum variant du 12 au 14. Quant à la courbe moyenne, elle est d'une netteté saisissante.

» Cette discussion, rapprochée de celle que j'ai appliquée à l'Europe méridionale et centrale dans ma première Communication, prouve, en toute rigueur, que l'oscillation de la mi-novembre 1873 s'est fait sentir sur les

trois grands continents de l'Europe, de l'Asie et de l'Amérique, et sur la portion septentrionale de l'Afrique, c'est-à-dire sur presque toute l'étendue de l'hémisphère boréal.

» Pour novembre 1874, je n'ai pu discuter l'ensemble des stations russes, dont les observations ne sont pas encore publiées; mais, pour les trois autres continents, l'oscillation est manifeste. En effet, d'un côté, cette oscillation résulte du diagramme de la page 947 et de la note de la page 948 (t. LXXX), depuis le 32^e degré de latitude (Sahara) jusqu'au 60^e degré (Upsal); de l'autre côté, cette oscillation n'est pas moins évidente, pour le continent américain, sur la *fig.* 2 de la Note présentée, à la dernière séance, par M. le professeur Hinrichs (t. LXXXI, p. 521).

» Je démontre, d'ailleurs, le même fait de la manière suivante : j'ai consulté et discuté, à ce point de vue, du 7 au 19 novembre 1874, le *Meteorological Record*, que publie, pour chaque jour de l'année et pour plus de 100 stations des États-Unis et du Canada, M. le général Albert Myer, *Chief-Signal Officer* de l'Union américaine. J'ai trouvé, pour cet intervalle, 84 stations dont les indications journalières n'ont pas manqué une seule fois; enfin j'ai groupé séparément les 43 stations, dont la latitude dépasse 41 degrés, et les 41 stations, dont la latitude est moindre que 41 degrés (la plus méridionale est Key-West, en Floride, par 24°32').

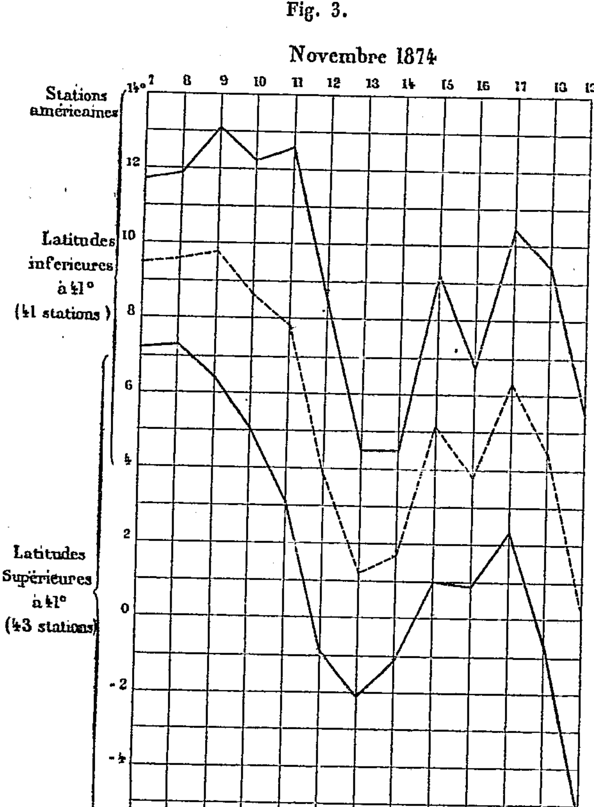
» Bien que toutes les observations se fassent au même instant physique (7^{h}35^m matin, heure moyenne de Washington) et que, par conséquent, l'heure d'observation varie considérablement avec les longitudes, les nombres ainsi obtenus sont comparables, parce que chaque jour présente chacune des stations observées à la même heure. Les deux courbes du diagramme ci-joint (*fig.* 3), qui ont été ainsi construites, montrent nettement l'oscillation, dont le minimum tombe le 13 novembre, et leur moyenne, ponctuée, est, comme on peut s'en assurer, remarquablement semblable à la ligne pleine forte qui, dans le dessin de M. Hinrichs (page 521), représente la moyenne température en Europe pour la même période de novembre 1874.

» De cette dernière partie de ma discussion on peut donc, il me semble, conclure avec toute vraisemblance qu'en 1874, comme en 1873, l'oscillation de température de la mi-novembre a affecté l'ensemble de l'hémisphère boréal.

» Quant à l'hémisphère austral, la chose est plus difficile à prouver, par suite de la rareté d'observations, au moins à moi connues. En effet, j'ai déjà montré que le seul moyen d'établir ces mouvements d'une manière certaine consiste à ne combiner ensemble que des observations faites en des

localités qui ne soient pas assez distantes entre elles pour que les jours critiques (maxima ou minima), étant notablement déplacés, dissimulent, dans la moyenne, les détails de l'inflexion. D'un autre côté, l'emploi d'une seule station soulève cette grave objection que l'on n'est jamais sûr de

Fig. 3.



n'avoir pas discuté une influence locale particulière, ou même des erreurs accidentelles.

» Il me semble donc préférable de me borner actuellement à étudier ces mouvements périodiques de la température dans l'hémisphère boréal, et à en remettre l'étude, pour l'autre hémisphère, à l'époque où j'aurai terminé la série de Notes, qui débute par la onzième, consacrée au mois de novembre, mais qui devra successivement aborder les onze autres mois de l'année, au même point de vue. D'ici là, je ferai tous mes efforts pour me procurer le plus grand nombre possible de documents relatifs à l'hémisphère austral, pour l'année 1873. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur une simplification nouvelle de la loi fondamentale de l'Électrodynamique;* par M. R. CLAUSIUS.

« J'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie, il y a quelques semaines, une nouvelle loi fondamentale de l'électrodynamique (1); je me permets d'y ajouter une remarque, qui me semble essentielle.

» Les équations les plus générales, par lesquelles j'exprimais d'abord la loi, contiennent chacune un terme affecté d'un facteur constant dont je disais qu'on peut le considérer comme indéterminé, si l'on ne veut admettre comme certain que ce qui est confirmé par l'expérience, mais que sa valeur la plus vraisemblable, théoriquement, est zéro, de façon que ce terme disparaît. A côté de cette simplification déjà mentionnée, il y en a encore une autre qui est possible, et qui se rapporte à une partie du dernier terme de chaque équation, à savoir aux quantités x, y, z contenues dans les différences $x - x'$, $y - y'$, $z - z'$. J'ai conservé ces quantités, pour ne pas m'éloigner plus qu'il n'est nécessaire des idées et des formules usitées, mais elles ne sont pas requises par l'expérience, parce qu'elles sont sans influence sur les actions d'un courant galvanique fermé. On peut donc les supprimer, sans changer en rien les résultats qui peuvent être contrôlés par l'expérience.

» Soient x, y, z et x', y', z' les coordonnées rectangulaires de deux particules d'électricité e et e', au temps t; r leur distance mutuelle, v et v' leurs vitesses, et ε l'angle compris entre les directions de leurs mouvements; représentons par $\mathrm{X}ee'$, $\mathrm{Y}ee'$, $\mathrm{Z}ee'$ les composantes de la force que e éprouve de la part de e'; alors les équations simplifiées seront

$$\mathrm{X} = -\frac{d\frac{1}{r}}{dx}(1 - kvv'\cos\varepsilon) - k\frac{d}{dt}\left(\frac{1}{r}\frac{dx'}{dt}\right),$$

$$\mathrm{Y} = -\frac{d\frac{1}{r}}{dy}(1 - kvv'\cos\varepsilon) - k\frac{d}{dt}\left(\frac{1}{r}\frac{dy'}{dt}\right),$$

$$\mathrm{Z} = -\frac{d\frac{1}{r}}{dz}(1 - kvv'\cos\varepsilon) - k\frac{d}{dt}\left(\frac{1}{r}\frac{dz'}{dt}\right),$$

ou k est une constante positive, qui dépend du rapport entre la partie électrodynamique et la partie électrostatique de la force.

---

(1) Voir page 249.

» En faisant la somme des produits respectifs de X, Y, Z, X', Y', Z' par $\frac{dx}{dt}, \frac{dy}{dt}, \frac{dz}{dt}, \frac{dx'}{dt}, \frac{dy'}{dt}, \frac{dz'}{dt}$ (les lettres accentuées étant relatives à la particule e'), et en multipliant cette somme par le produit $ee'dt$, on obtiendra le travail effectué, pendant l'élément de temps dt, par les deux forces qui agissent sur e et e'. Ce travail se trouvera ainsi exprimé par la différentielle complète

$$-d\frac{ee'}{r}(1 + kvv'\cos\varepsilon),$$

ce qui est conforme au principe de la conservation de l'énergie.

» Nous pourrons encore, en faisant usage d'une méthode introduite, à une autre occasion, par Lagrange, exprimer d'une manière plus simple les composantes des forces. Posons

$$U = \frac{ee'}{r},$$

$$V = k\frac{ee'}{r}vv'\cos\varepsilon = k\frac{ee'}{r}\left(\frac{dx}{dt}\frac{dx'}{dt} + \frac{dy}{dt}\frac{dy'}{dt} + \frac{dz}{dt}\frac{dz'}{dt}\right),$$

et considérons U comme fonction des six coordonnées x, y, z, x', y', z' et V comme fonction de ces six coordonnées et de leurs coefficients différentiels par rapport à t; nous pourrons écrire

$$\mathrm{X}ee' = \frac{d(\mathrm{V}-\mathrm{U})}{dx} - \frac{d}{dt}\left(\frac{d\mathrm{V}}{d\frac{dx}{dt}}\right);$$

les cinq autres composantes se déduisent de la même manière des fonctions U et V. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats, qui doit être adressée à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour la chaire de Zoologie (Mammifères et Oiseaux), devenue vacante au Muséum d'Histoire naturelle par la démission de M. *H.-Milne Edwards*.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier candidat, le nombre des votants étant 50,

M. Alph.-Milne Edwards obtient. . . . 47 suffrages.
M. Oustalet. . . . . 1 »

Il y a deux billets blancs.

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat, le nombre des votants étant encore 50,

M. Oustalet obtient . . . . 49 suffrages.

Il y a un billet blanc.

En conséquence, la liste présentée par l'Académie à M. le Ministre comprendra : *en première ligne*, M. **Alph.-Milne Edwards**; *en seconde ligne*, M. **Oustalet**.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats, qui doit être adressée à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour la chaire de Minéralogie, laissée vacante au Muséum par l'admission à la retraite de M. *Delafosse*.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier candidat, le nombre des votants étant 40,

M. Des Cloizeaux obtient . . . . 39 suffrages.

Il y a un billet blanc.

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat, le nombre des votants étant 42,

M. Jannettaz obtient . . . . 41 suffrages.

Il y a un billet blanc.

En conséquence, la liste présentée par l'Académie à M. le Ministre comprendra : *en première ligne*, M. **Des Cloizeaux**; *en seconde ligne*, M. **Jannettaz**.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *De l'absorption des bicarbonates par les plantes, dans les eaux naturelles.* Mémoire de M. **A. Barthélemy**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Tulasne, Duchartre, Chatin.)

« *Conclusions.* — 1° Il existe des racines propres à absorber les gaz dissous, et des racines destinées à l'absorption des liquides et des substances minérales dissoutes.

» 2° Il y a lieu de distinguer, dans la vie des racines, deux périodes : l'une de développement, qui précède le décroissement du bourgeon;

l'autre, de maturité, où la spongiole, mise à nu par l'exfoliation du tissu épidermique, peut donner lieu aux phénomènes d'osmose.

» 3° Dans les eaux naturelles, les plantes absorbent plus d'eau que de bicarbonates (1). Lorsque les feuilles se dessèchent rapidement, ou à l'époque de la floraison, le contraire peut avoir lieu.

» 4° La quantité de bicarbonates absorbée est en rapport avec la quantité d'eau aspirée.

» 5° Pendant la nuit et dans une *eau saturée au même degré*, les plantes paraissent excréter une partie des bicarbonates absorbés pendant le jour, bien qu'il y ait absorption d'eau.

» 6° La quantité de bicarbonates absorbée, pour la même absorption d'eau, varie avec la nature de la plante (2).

» 7° Lorsqu'une plante a absorbé une certaine quantité de bicarbonates, elle peut en excréter une partie dans l'eau distillée.

» 8° La quantité de bicarbonates absorbée n'est pas en rapport avec la rapidité de la végétation; il en résulte que les bicarbonates en dissolution dans les eaux naturelles ne peuvent pas servir à l'acte respiratoire.

» 9° Les racines des plantes rejettent de l'acide carbonique, qui maintient les bicarbonates à l'état de saturation.

» 10° Ces expériences, faites sur des plantes en pleine vigueur physiologique et dans les conditions naturelles, concordent, sur un certain nombre de points, avec celles qui ont été faites sur les solutions concentrées et les vases poreux. »

« M. **Dupuy de Lôme** présente à l'Académie un Mémoire de M. *Bertin*, ingénieur de la Marine, dans lequel l'auteur a consigné les résultats d'expériences qu'il a faites pour mesurer, simultanément et d'une manière continue, d'une part, les angles de roulis d'un navire par rapport à la verticale du monde; d'autre part, les directions successives de la normale à la lame, à l'endroit où flotte le navire; enfin, la vitesse de propagation du mouvement de la lame à la surface de la mer.

» M. Dupuy de Lôme expose le système du double oscillographe em-

(1) J'ai employé, pour doser les bicarbonates avant et après l'absorption, le protoazotate acide de mercure, dont j'ai indiqué l'emploi dans un autre travail. (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XIII.)

(2) Des études comparatives sur le *Lycopus europæus* et le *Lapsana communis* m'ont appris que le *Lapsana* absorbe plus d'eau que le *Lycopus* et prend, au contraire, moins de bicarbonates.

ployé par M. Bertin à cet effet. Il consiste dans l'emploi de deux pendules, ayant leur axe de suspension commun placé dans le navire près de son centre d'oscillation : l'un de ces pendules ayant une durée d'oscillation propre très-courte, l'autre, au contraire, une durée d'oscillation très-longue, de façon que la direction de ce dernier reste sans cesse *sensiblement* verticale; la direction du premier, *sensiblement* normale à la lame, à l'endroit où flotte le navire.

» M. Dupuy de Lôme montre que ces conclusions sur l'indication des deux pendules seraient mathématiquement rigoureuses : 1° si le navire était infiniment petit, par rapport à la surface d'une lame; 2° si les deux pendules avaient, l'un un mouvement d'oscillation propre infiniment rapide, l'autre un mouvement infiniment lent. Il en conclut que le degré de confiance que l'on doit avoir dans les indications du double oscillographe, employé par M. Bertin, résulte de l'appréciation des limites des erreurs qui peuvent être la conséquence du volume du navire par rapport à la lame, en même temps que des durées d'oscillations propres des deux pendules par rapport à la durée du roulis et à la vitesse de propagation des lames.

» M. Dupuy de Lôme termine en demandant la nomination d'une Commission, chargée d'examiner l'intéressant Mémoire de M. Bertin, et de l'étudier principalement au point de vue des limites des erreurs possibles dans les indications. »

(Renvoi à l'examen d'une Commission composée de MM. Dupuy de Lôme, de Saint-Venant, Phillips.)

M. L. Saltel adresse une Note « Sur une loi générale régissant les lieux géométriques ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Andrade soumet au jugement de l'Académie la théorie et le dessin d'un nouveau régulateur pour les machines à vapeur.

L'auteur démontre, par le raisonnement, que l'écart des vitesses extrêmes peut être rendu aussi petit qu'on le veut, en donnant au régulateur une vitesse de rotation suffisante, et qu'on peut obtenir une sensibilité et une stabilité aussi grandes qu'on le désire. Il considère le nouvel appareil comme se distinguant par les caractères suivants : 1° un isochronisme aussi complet qu'on peut le désirer; 2° une stabilité suffisante, supérieure à celle de la plupart des autres régulateurs isochrones; 3° une très-grande

course; 4° une extrême simplicité. De plus, l'appareil permet de changer la vitesse de régime, même en marche, par le simple déplacement d'un poids agissant sur un levier.

(Commissaires : MM. Phillips, Rolland, Tresca.)

M. de Rostaing adresse une Note sur les propriétés antiseptiques de la racine de garance.

Un échantillon de viande a pu être conservé, du 27 juillet 1875 au 27 février 1876 dans un pot qui contenait de la garance en poudre, et qui a été ouvert une douzaine de fois pour constater les résultats obtenus. Le poids de la viande a diminué de 119 grammes à 25 grammes, sans qu'il se soit manifesté aucune odeur ni aucun développement d'organismes vivants.

De ces expériences l'auteur conclut à l'opportunité de faire des essais analogues pour la conservation des cadavres; peut-être trouverait-on là le moyen de concilier la présence des cimetières, au voisinage des grandes villes, avec les conditions de salubrité dont on s'est si fortement préoccupé depuis quelque temps.

(Commissaires : MM. Chevreul, Larrey, Bouley.)

M. A. Vérard de Sainte-Anne adresse une nouvelle Note relative à son projet de construction d'un chemin de fer à ciel ouvert entre la France et l'Angleterre.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Chapelas adresse les observations d'étoiles filantes, faites au Luxembourg, pendant le mois de février 1876.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

MM. F. Radelet, Rousseau, C. de Nanzio adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre des Travaux publics adresse la deuxième et la troisième livraison de la Carte géologique détaillée de la France.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un ouvrage de M. *Tacchini*, sur le passage de Vénus sur le Soleil, renfermant les observations faites, au Bengale, par la Commission italienne;

2° La Géographie physique de la République du Chili; ouvrage publié en espagnol, par M. *Pissis;*

3° La onzième année (1875) du « Journal du ciel », publié par M. *J. Vinot.*

M. **Fleuriais** adresse à l'Académie le Mémoire qui contient l'ensemble des observations faites, à Pékin, pour le passage de Vénus.

Ce document sera transmis à la Commission du passage de Vénus, qui doit prendre les mesures nécessaires pour en assurer la publication.

ANALYSE. — *Méthodes de transformation fondées sur la conservation d'une relation invariable entre les dérivées de même ordre;* par M. **J.-N. Haton de la Goupillière.** (Extrait par l'auteur.)

« Lorsqu'on envisage un système quelconque de deux variables, la dérivée de l'une d'elles, prise par rapport à l'autre dans l'équation d'une courbe ou d'un phénomène quelconque en dehors de la Géométrie, représente ordinairement un élément concret très-essentiel. Par exemple, si l'on établit l'équation d'une ligne entre l'arc s et l'angle de contingence ω, la dérivée $\frac{d\omega}{ds}$ représente la courbure. En coordonnées polaires, la dérivée fournit la sous-normale. Dans l'équation du mouvement d'un point sur sa trajectoire, elle exprime la vitesse, etc.

» Considérons deux pareils systèmes dans un changement de variables. Désignons les anciennes par x et y, quelle que soit leur nature concrète, et par X et Y les nouvelles. Si l'on exprime x et y au moyen de X et Y par des fonctions fixes que l'on substitue à la place de x et de y dans toutes les équations possibles, on constitue par là une méthode de transformation. On peut se demander s'il est possible de choisir ces fonctions de telle sorte qu'il existe, entre les éléments en question $\frac{dy}{dx}$ et $\frac{dY}{dX}$ des deux figures ou des deux phénomènes, une relation permanente, indépendante de celles qui unissent y à x et Y à X.

» Par exemple, avec les variables s et ω, on peut se proposer de faire en sorte que les courbures d'une ligne quelconque et de sa transformée soient partout proportionnelles, ou que la transformation augmente en chaque point la courbure d'une même quantité, ou encore qu'elle ajoute une constante au rayon de courbure ; etc. Avec les coordonnées polaires, nous pouvons chercher à conserver la sous-normale, propriété qui appartient en particulier à la transformation conchoïdale. Avec s et t, on peut demander que la vitesse de tous les mouvements possibles augmente par la transformation d'une même quantité, et ainsi de suite.

» La question est double : de semblables transformations sont-elles réalisables et quel est le type le plus général de celles qui sont possibles? En second lieu, quelles sont les formules de transformation qui permettront de les obtenir?

» Je fais voir que les seules conditions que l'on puisse imposer sont renfermées dans l'expression

$$y' = \frac{a + bY'}{\alpha + \beta Y'},$$

où l'on peut disposer à volonté des quatre arbitraires de manière à varier, dans une très-large mesure, les propriétés que l'on veut communiquer à la transformation. Quant aux formules cherchées, elles sont les suivantes :

$$x = \alpha X + \beta Y + \gamma,$$
$$y = aX + bY + c.$$

» Pour généraliser le problème, j'ai cherché ensuite si l'on peut réaliser de même une condition permanente entre les dérivées $\frac{d^k y}{dx^k}$ et $\frac{dY}{dX^k}$ d'un ordre quelconque, mais déterminé, quelle que soit la relation spéciale de y à x. Je fais voir que cette condition est alors nécessairement linéaire pour tous les ordres supérieurs au premier :

$$y^{(k)} = MY^{(k)} + N.$$

Une analyse assez compliquée montre ensuite que les formules de transformation les plus générales propres à la réaliser sont les suivantes :

$$x = mX + n,$$
$$y = \mu Y + \nu_0 + \nu_1 X + \nu_2 X^2 + \ldots + \nu_{k-1} X^{k-1} + \nu_k X^k,$$

avec $k + 4$ constantes arbitraires.

» On peut ainsi, par exemple, établir une relation invariable entre les courbures des $k^{\text{ièmes}}$ développées d'une ligne quelconque et de sa transformée dans tous les couples de points correspondants. »

GÉOMÉTRIE. — *Démonstration géométrique d'une relation due à* M. Laguerre; par M. A. Mannheim.

« M. Laguerre a fait connaître, en 1870, dans le *Bulletin de la Société philomathique,* une importante relation concernant deux courbes tracées sur une surface et tangentes entre elles. Il en a fait usage, dans les *Comptes rendus,* séance du 29 mars 1875, pour démontrer un théorème de M. Ribaucour. Dans la séance précédente, j'étais arrivé à démontrer géométriquement ce même théorème, en partant d'une propriété énoncée par M. Bonnet en 1868 (1), et qui est relative aux normalies à une surface dont les directrices sont tangentes entre elles. J'ai pensé que la relation de M. Laguerre n'était elle-même qu'une conséquence de cette propriété des normalies. Je vais montrer qu'il en est bien ainsi.

» Désignons par (S) la surface sur laquelle nous considérons une courbe (a), par a un point de cette courbe, par (T) le plan tangent en a à (S), par A la normale à (S) qui est issue du point a, enfin par b et c les centres de courbure principaux de (S) situés sur A.

» En faisant usage de ces notations, la propriété des normalies dont il vient d'être question peut s'énoncer ainsi :

» *Lorsque les directrices de normalies à* (S) *sont tangentes en a à (a), ces normalies sont osculatrices entre elles aux centres de courbures principaux b et c.*

» Il résulte de là qu'aux points b et c les indicatrices de ces normalies ont les mêmes asymptotes. La normale A est une asymptote commune à ces deux indicatrices. Désignons par bb' et cc' les deux autres asymptotes, b' et c' étant les traces de ces droites sur le plan (T).

» On peut dire aussi que les hyperboloïdes osculateurs de ces normalies le long de A contiennent les droites bb' et cc', et alors les traces de ces hyperboloïdes sur le plan (T) sont des coniques tangentes entre elles en a à (a) et qui passent par les points b' et c'.

» Menons la droite $b'c'$ et appelons i le point de rencontre de cette droite

(1) Voir *Recueil des Savants étrangers,* t. XX, et *Journal de l'École Polytechnique,* 43e cahier, mon *Étude sur le déplacement d'une figure de forme invariable,* théor. LVIII (1868); *voir* aussi journal *l'Institut,* séance de la Société philomathique du 5 novembre 1871.

et de la normale commune en a à ces coniques. Le segment ai est alors une longueur qui est la même pour toutes ces courbes.

» Nous n'avons donc qu'à chercher, au moyen des éléments relatifs à une courbe tracée sur (S), l'expression du segment ai, pour obtenir une fonction qui ne variera pas lorsqu'on passera de cette courbe à une autre qui lui est tangente.

» Pour calculer ai, prenons en particulier la courbe (a), la normalie à (S), dont cette courbe est la directrice, et l'hyperboloïde osculateur de cette normalie le long de A. Cet hyperboloïde a pour trace sur (T) une conique qui contient b' et c' et dont le centre de courbure correspondant à a est un point que j'appellerai γ. Appelons j le point de rencontre de cette conique et de la normale $a\gamma$; on a, puisque l'angle $b'ac'$ est droit,

$$\frac{1}{2a\gamma} + \frac{1}{aj} = \frac{1}{ai}. \tag{1}$$

» Menons, à partir de a et à partir du point a_1, infiniment voisin de a, sur la courbe (a), des plans normaux à (a). Ces deux plans se coupent suivant l'axe de courbure de (a). Cette droite contient γ; elle rencontre A au point β, centre de courbure de la section faite dans (S) par le plan mené par A tangentiellement à (a). Le plan A$a\gamma$ normal à (a) est alors tangent en β à la normalie dont cette courbe est la directrice; le plan normal à (a) au point a_1 touche cette normalie au point β_1. La droite $\beta\beta_1$ et la droite $\beta\gamma$ sont deux tangentes conjuguées, puisque $\beta\gamma$ est l'intersection des plans tangents à la normalie aux points infiniment voisins β et β_1. Ces deux droites et les génératrices de l'hyperboloïde osculateur qui passent au point β forment un faisceau harmonique. Ces droites sont βa, $\beta\gamma$, βj et βk, en appelant k la trace de la droite $\beta\beta_1$ sur le plan (T). On a alors

$$\frac{1}{aj} = \frac{1}{2a\gamma} + \frac{1}{2ak}.$$

Portant cette valeur de $\frac{1}{aj}$ dans la relation (1), il vient

$$\frac{2}{a\gamma} + \frac{1}{ak} = \frac{2}{ai}. \tag{2}$$

Calculons maintenant $a\gamma$ et ak. Désignons par ϖ l'angle que A fait avec le plan osculateur de (a) au point a et par R le rayon de courbure $a\beta$, on a

$$\frac{1}{a\gamma} = \frac{\tang\varpi}{R}.$$

» Abaissons du point β_1 la perpendiculaire $\beta_1 e$ sur A. Dans le plan $A a \gamma$ nous avons les deux triangles semblables, $\beta\beta_1 e$ et $\beta k a$, qui donnent

$$\frac{1}{ak} = \frac{\beta e}{\beta a \times e\beta_1}.$$

β_1 est le centre de courbure de la section normale à (S), qui est tangente en a_1 à (a); alors $\beta_1 a_1$ est le rayon de courbure de cette section. La droite $\beta_1 e$ pouvant être considérée comme un élément de la trajectoire orthogonale des génératrices de la normalie, le segment ae est égal à $\beta_1 a_1$; on voit ainsi que βe est égal à dR.

» La distance $e\beta_1$ est égale à $Rd\theta$, en désignant par $d\theta$ la torsion géodésique de (a). On a donc

$$\frac{1}{ak} = \frac{dR}{R^2 d\theta}.$$

En portant dans la relation (2) les valeurs de $\frac{1}{a\gamma}$ et $\frac{1}{ak}$, il vient

$$2\operatorname{tang}\varpi + \frac{dR}{R\,d\theta} = \frac{2R}{ai} = \text{const.}$$

Ainsi, *quelle que soit la courbe tracée sur* (S), *tangentiellement à* (a) *au point* a, *on a toujours*

$$\frac{dR}{R} + 2\operatorname{tang}\varpi\, d\theta = \text{const.} \tag{3}$$

On peut, à la place de R, introduire le rayon de courbure ρ de (a). On a

$$\rho = R\cos\varpi,$$

d'où

$$\frac{dR}{R} = \frac{d\rho}{\rho} + \operatorname{tang}\varpi\, d\varpi.$$

En portant cette valeur dans l'équation (3), il vient, en représentant par $\frac{ds}{r}$ la torsion absolue de (a),

$$\frac{1}{3}\frac{d\rho}{\rho} + \operatorname{tang}\varpi\left(d\varpi - \frac{2}{3}\frac{ds}{r}\right) = \text{const.}$$

» Si nous considérons deux courbes tangentes entre elles, en appelant ρ', ϖ', r' les éléments analogues à ρ, ϖ, r, nous avons

$$\frac{1}{3}\frac{d\rho}{\rho} + \operatorname{tang}\varpi\left(d\varpi - \frac{2}{3}\frac{ds}{r}\right) = \frac{1}{3}\frac{d\rho'}{\rho'} + \operatorname{tang}\varpi'\left(d\varpi' - \frac{2}{3}\frac{ds}{r'}\right),$$

qui est la relation de M. Laguerre. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la photométrie des étoiles et la transparence de l'air.* Note de M. **Ch. Trépied**, présentée par M. Faye.

« J'ai effectué, à l'Observatoire du Bureau des Longitudes, une série de déterminations avec un photomètre d'Arago, récemment construit par M. Duboscq et mis à ma disposition par M. Marié-Davy. Ces déterminations ont un double but : la mesure des intensités lumineuses des étoiles et l'étude de la transparence de l'air.

» Dans un Mémoire lu devant l'Académie, le 29 avril 1850, Arago a donné le principe de sa méthode photométrique, qui repose, comme on sait, sur la polarisation de la lumière. Un peu en avant du foyer principal de l'objectif d'une petite lunette, se trouve un prisme de Foucault; en avant de l'oculaire est un prisme biréfringent, mobile sur un cercle gradué. Partant d'une position de ce prisme, où l'on ne voit qu'une image d'une étoile, on détermine l'angle dont il faut le faire tourner pour que la seconde image apparaisse, et le cosinus carré de cet angle mesure le rapport entre l'éclat de l'image ordinaire et l'éclairement du ciel.

» Une première application de cette méthode fut faite par M. Laugier à un certain nombre d'étoiles; les observations présentèrent entre elles des différences considérables qui, suivant Arago, peuvent s'expliquer, soit par l'état plus ou moins nuageux du fond sur lequel se projetaient les images stellaires, soit par cette considération qu'il pourrait bien y avoir plus d'étoiles variables que n'en indique l'observation directe, non aidée de mesures photométriques. « Des expériences de ce genre devront donc être » répétées un grand nombre de fois, ajoute Arago; elles conduiront cer- » tainement à des conséquences importantes. »

» Ayant été amené, par les conseils de M. Marié-Davy, à m'occuper de la question, j'ai voulu tenir compte, d'une manière rigoureuse, de toutes les conditions du problème, qui sont : 1° les différences de hauteur des étoiles observées; 2° la transparence de l'air; 3° l'éclairement du ciel.

» En ce qui concerne les différences de hauteur, j'aurais pu me servir de la formule bien connue de Bouguer; mais cette formule contient l'épaisseur atmosphérique, qui est fonction de la hauteur de l'atmosphère, et je voulais précisément m'affranchir de toute hypothèse sur cette hauteur. J'y suis arrivé en partant de l'expression différentielle de l'extinction de la lumière, donnée par Laplace dans la *Mécanique céleste*, et qui est

$$\frac{d\mu}{\mu} = \frac{-Q\rho\,dr}{\sqrt{1 - \frac{r^2}{r_0^2}\sin^2 Z}},$$

μ désignant l'intensité de la lumière d'un astre lorsqu'elle arrive à une couche quelconque de l'atmosphère de rayon r, ρ la densité de cette couche, r_0 la distance du centre de la Terre à l'observateur, Q une constante et Z la distance zénithale de l'astre observé. Pour intégrer cette expression, Laplace néglige, dans le coefficient de dr, les termes de second ordre, qui sont, en effet, insensibles lorsque la distance zénithale ne dépasse pas 20 ou 25 degrés, mais qui, au delà, cessent d'être négligeables. En calculant ces termes, j'obtiens les formules suivantes :

$$(1) \qquad \mu = M^{\text{séc}Z-\zeta}, \quad \zeta = \frac{l}{r_0}\,\text{séc}Z\,\text{tang}^2 Z,$$

où M désigne le rapport entre la quantité de lumière émise et la quantité de lumière transmise, pour un astre observé au zénith; c'est le nombre qui mesure la transparence de l'air, et c'est la constante atmosphérique de la formule de Bouguer. Quant à $\frac{l}{r_0}$, c'est l'une des constantes bien connues de la théorie de la réfraction. J'ai réduit en une table la correction ζ.

» Voici maintenant de quelle manière je calcule les rapports d'intensités lumineuses de deux astres et les éclairements du ciel. Soient A et B les intensités *vraies* des lumières de deux astres, a et b les rapports auxquels elles se réduisent après que les rayons lumineux ont traversé l'atmosphère; les intensités observées sont Aa et Bb. Si α et β sont les *azimuts d'apparition*, et si C_a, C_b désignent les éclairements correspondants du ciel, nous aurons, d'après la loi de Malus, et d'après la manière dont se fait l'observation,

$$(2) \qquad Aa\sin^2\alpha = Bb\sin^2\beta = C_a\cos^2\alpha = C_b\cos^2\beta.$$

» On en déduit, par les formules (1),

$$(3) \qquad \frac{A}{B} = \frac{M^{\text{séc}Z_b-\zeta_b}}{M^{\text{séc}Z_a-\zeta_a}}\cdot\frac{\sin^2\beta}{\sin^2\alpha}, \quad \frac{C_a}{C_b} = \frac{\cos^2\beta}{\cos^2\alpha}.$$

» Si, maintenant, nous prenons pour unité d'intensité celle d'une étoile fictive qui, observée au zénith, sous un ciel d'une transparence parfaite, donnerait un azimut d'apparition égal à 45 degrés, nous obtenons, pour une étoile déterminée,

$$(4) \qquad A = \frac{1}{2\sin^2\alpha}M^{-(\text{séc}Z_a-\zeta_a)}, \quad C_a = \frac{1}{2\cos^2\alpha}.$$

» Comme l'observation donne α, Z_a et ζ_a, si l'on connaît M, on pourra calculer l'intensité A et l'éclairement du ciel C_a. Inversement, si l'on connaît A, on en déduira le coefficient M. Or il est clair que, en observant un

même astre à plusieurs hauteurs différentes dans une même soirée, on aura une série d'équations de la forme (4), d'où l'on pourra tirer M.

» Je donne ici un certain nombre de valeurs de la constante M, et les intensités calculées de plusieurs étoiles.

Valeurs de M.

1875. Décembre	16...	M = 0,88
	18...	M = 0,88
1876. Janvier	15...	M = 0,73
	20...	M = 0,70
	24...	M = 0,85
	29...	M = 0,80
	Moy.	M = 0,81

Cette moyenne diffère peu du nombre 0,875, déduit, par M. Marié-Davy, de la discussion de deux années d'observations actinométriques faites à Montsouris.

Intensités calculées.

Étoiles.	Intensités.		Moy.	Comparaison avec Lune.	Comparaison avec Laugier. L.	T.
Sirius.....	473	»	473	149	1000	1000
Rigel......	356	»	356	115	402	752
Procyon...	176	»	176	»	444	372
Bételgeuse..	135	214	175	55	411	370
Aldébaran..	81	129	105	»	219	222
Pollux.....	89	»	89	47	»	»
Castor.....	83	121	102	36	»	»
Bellatrix...	58	»	58	35	199	124
Polaire....	53	91	75	78	»	»
δ Orion....	47	»	47	25	»	»

» La troisième colonne du tableau des intensités contient les intensités observées lorsque la Lune était au-dessus de l'horizon. Comme il fallait s'y attendre, les intensités sont beaucoup plus faibles, à cause de l'éclairement produit par la Lune, et le rapport des intensités observées avec Lune et sans Lune mesure cet éclairement. Il n'y a d'exception que pour la Polaire, et cela tient sans doute à la distance.

» Malgré l'introduction, dans les formules, des termes qui permettent de tenir compte de la hauteur de l'astre observé et de l'absorption de la lumière par l'atmosphère, les observations des différentes nuits présentent encore des écarts assez considérables. Il en résulte qu'on ne peut pas, en général, calculer la transparence de l'air dans une soirée au moyen des intensités observées dans les soirées précédentes. Il s'agit maintenant de décider si cela tient aux erreurs d'observation, qui, dans le cas des petits angles d'apparition donnés par les étoiles brillantes, peuvent avoir une influence considérable, ou bien si cela indique des variations réelles dans l'éclat des étoiles. C'est à quoi je vais m'attacher désormais. »

MÉTALLURGIE. — *Analyse des fumées blanches d'un haut-fourneau des environs de Longwy;* par M. L. Gruner.

« Les minerais traités dans l'usine de M. le baron d'Adelsward, à Longwy, proviennent de l'oolithe ferrugineuse à gangue argilo-calcaire. On les fond

au coke, dans un haut-fourneau très-élevé, en se servant de vent chauffé à la température de 500 à 600 degrés, dans un appareil en briques (système Whitwell). On cherche à imprimer au haut-fourneau une allure très-chaude, afin d'obtenir des fontes noires ou grises très-graphiteuses, analogues à celles des usines d'Écosse.

» Grâce à cette allure si chaude, il s'échappe de l'avant-creuset, à l'époque des coulées, une fumée extrêmement dense, qui couvre, en très-peu de temps, tous les murs de l'usine, d'une épaisse couche pulvérulente blanche. N'ayant jamais vu, dans aucune forge, de fumées aussi abondantes, il m'a semblé intéressant d'analyser ce dépôt.

» Ma première pensée était que ce devait être de l'oxyde de zinc; cependant, la flamme du creuset n'avait pas la nuance verdâtre du zinc : elle était plutôt blanche, avec des teintes lilas et jaunes vers les bords. En réalité, en effet, je n'ai pas trouvé trace de zinc dans le dépôt en question.

» On sait que certains hauts-fourneaux déposent des cyanures et des carbonates alcalins. J'ai trouvé en effet, dans le dépôt blanc, un peu de carbonate de potasse; mais, à la place des cyanures, une très-forte proportion de *sulfate* de potasse. Il s'en trouve près de 38 pour 100, et, en outre 4 pour 100 de carbonate et $1\frac{1}{2}$ pour 100 de chlorure, en sorte que la matière contient au delà de 43 pour 100 de sels alcalins solubles. La partie insoluble se compose de laitier, entraîné par la violence du vent et transformé par lui en poussière impalpable. Cependant, en comparant cette partie insoluble au laitier proprement dit, nous verrons qu'elle renferme, en outre, de la *silice fibreuse pure*, simplement mêlée au laitier du haut-fourneau. Passons à l'analyse du dépôt en question.

» Je me suis assuré d'abord, par des essais préliminaires, que la partie soluble ne contient aucun *sulfure* proprement dit; tout le soufre y est transformé en *sulfate*. Par contre, la partie qui est insoluble dans l'eau donne, par l'acide chlorhydrique, comme les laitiers, un fort dégagement d'hydrogène sulfuré. Elle renferme, comme ces derniers, du sulfure ou oxysulfure de calcium. Elle est colorée en brun clair. Quant au dépôt blanc, il absorbe ou retient facilement un peu d'eau, partie sous forme hygrométrique, partie à l'état de combinaison.

» L'analyse principale a été faite sur 5 grammes; elle a été, en partie, répétée deux fois. J'ai constaté, en examinant les sels alcalins avec beaucoup de soin, que la potasse n'y est associée qu'à une proportion négligeable de soude. Enfin, la partie insoluble dans l'eau est vivement attaquée par l'acide chlorhydrique, et s'y comporte comme un silicate ba-

sique. Les résultats de l'analyse, ramenés à l'unité, conduisent à la composition suivante :

Partie soluble dans l'eau.	Sulfate de potasse	0,3782	0,4336
	Carbonate de potasse	0,0390	
	Chlorure de potassium	0,0152	
	Silice soluble	0,0012	
Partie insoluble dans l'eau.	Silice	0,2298	0,5300
	Chaux	0,1588	
	Alumine	0,0962	
	Protoxyde de fer	0,0400	
	Protoxyde de manganèse	0,0016	
	Magnésie	0,0036	
	Soufre	non dosé	
Eau hygrométrique et de combinaison		0,0320	0,0320
			0,9956

» Si l'on ramène à l'unité la partie insoluble dans l'eau, on trouve, en faisant abstraction du soufre :

Silice	0,433
Chaux	0,300
Alumine	0,181
Protoxyde de fer	0,076
Protoxyde de manganèse	0,003
Magnésie	0,007
	1,000

» Or, en analysant le laitier même du haut-fourneau, j'ai trouvé :

Silice	0,330
Chaux	0,437
Alumine	0,146
Protoxyde de fer (contenant un peu de manganèse)	0,036
Magnésie	0,019
Potasse	0,017
Soufre	0,007
Acide sulfurique	0,002
	0,994

» L'acide sulfurique provient d'une attaque à l'eau, qui dissout 1 pour 100 du laitier. On trouve, dans la solution aqueuse, un peu de silice, du sulfate de potasse et des sels de chaux contenant du soufre à divers degrés d'oxydation.

» On voit, par cette analyse, que le laitier est *basique*. Aussi, est-il aisément attaqué par l'acide chlorhydrique, avec dégagement intense de

chaleur. Il en est de même, nous l'avons dit, de la partie insoluble du dépôt blanc; et cependant ce composé insoluble renferme 0,433 de silice, ce qui suppose plutôt un silicate peu attaquable par les acides, si du moins toute la silice était unie aux bases. Il suit donc de là que la partie insoluble du dépôt blanc doit être, en réalité, un mélange de laitier et de silice pure.

» L'origine de cette silice farineuse ne saurait d'ailleurs être douteuse; on sait que toutes les fontes sulfo-siliceuses dégagent à chaud du sulfure de silicium, qui se transforme, à l'air humide, en silice blanche fibreuse.

» Quant au sulfate de potasse, son origine est analogue. Dès que les minerais, les fondants ou les cokes renferment du soufre et des argiles plus ou moins potassiques, il doit se produire, dans le haut fourneau, du sulfure de potassium que le vent entraîne au dehors et brûle au contact de l'air. On voit donc que la potasse agit comme désulfurant, aussi bien que la chaux et le manganèse, dans l'intérieur des hauts-fourneaux. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Action de l'oxygène électrolytique sur la glycérine;* par M. AD. RENARD.

« Dans un précédent travail (1), j'ai déjà fait connaître quelques résultats obtenus par l'électrolyse de la glycérine. Des recherches ultérieures me permettent aujourd'hui de compléter cette étude.

» Le mode opératoire que j'ai suivi consiste à électrolyser à l'aide de deux lames de platine, reliées aux deux pôles d'une pile de six éléments Bunsen, de la glycérine étendue des deux tiers environ de son volume d'eau acidulée au dixième d'acide sulfurique. Au pôle négatif, se dégage de l'hydrogène; au pôle positif, un mélange gazeux formé d'environ 3 pour 100 d'acide carbonique, 33 pour 100 d'oxyde de carbone et 64 pour 100 d'oxygène. Après quarante-huit heures, en opérant sur 50 centimètres cubes de liquide, on arrête l'opération. On sature la liqueur par du carbonate de chaux, on filtre, et l'on soumet le liquide filtré à la distillation. Le produit distillé est une solution étendue d'aldéhyde glycérique (environ $\frac{1}{2}$ gramme par 100 centimètres cubes) qui, abandonnée à l'évaporation spontanée, sous des cloches en présence de l'acide sulfurique, laisse un résidu blanc

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXI p. 188; 1875.

et amorphe d'aldéhyde glycérique. Sa composition correspond à la formule $C^3 H^6 O^3$ ou plus exactement $(C^3 H^6 O^3)^4 H^2 O$.

» Elle est peu soluble dans l'eau et à peu près insoluble dans l'alcool et l'éther. Elle fond à 71 ou 72 degrés (1). A 130 ou 135 degrés, elle entre en ébullition et se sublime. Elle réduit le nitrate d'argent ammoniacal, avec formation d'un beau miroir, ainsi que le tartrate cupropotassique.

» Sous l'influence des agents oxydants, acide chromique, acide azotique, permanganate de potasse, oxyde d'argent, elle se transforme en acides formique ou acétique.

» Soumise à l'électrolyse, elle donne de l'acide formique et un mélange d'acide carbonique et d'oxyde de carbone. En présence du noir de platine, elle s'oxyde violemment et le mélange prend feu. Dans aucun cas je n'ai pu la transformer en acide glycérique.

» Soumise à l'action de l'hydrogène naissant, produit par l'amalgame de sodium, elle donne une petite quantité d'un liquide sirupeux, non volatil, qui paraît être de la glycérine, mais que j'ai obtenu en trop petite quantité pour pouvoir le purifier et le soumettre à l'analyse.

» La solution, maintenue à une température de 60 à 80 degrés et soumise à l'action d'un courant d'hydrogène sulfuré, donne par le refroidissement un précipité gélatineux d'aldéhyde sulfurée, qui, desséché à 100 degrés, correspond à la formule $(C^3 H^6 S^2 O)^2 H^2 O$. Ce composé présente l'aspect de la cire. Il se ramollit et fond à 80 ou 82 degrés. Il entre en ébullition à 180 à 185 degrés. Il est soluble dans l'eau à chaud, peu soluble à froid, insoluble dans l'alcool et l'éther.

» Traitée par l'ammoniaque, la solution d'aldéhyde glycérique donne, par l'évaporation, des cristaux, qui, purifiés par plusieurs cristallisations et desséchés à 100 degrés, ont pour formule $C^3 H^6 Az^2$. Ce corps est très-soluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, insoluble dans l'éther. Sous l'influence de la chaleur, il ne fond pas, mais se sublime en petits cristaux brillants à partir de 120 à 130 degrés. Traité par les acides sulfurique ou chlorhydrique, il régénère de l'aldéhyde glycérique. Bouilli plusieurs heures avec une solution de soude, il ne subit pas de modification.

» Le résidu de la distillation de la glycérine oxydée, d'où l'on a séparé l'aldéhyde glycérique, étant évaporé, laisse déposer des cristaux de formiate de chaux, puis, par addition de huit à dix fois son volume d'alcool, donne un nouveau dépôt d'acétate et de glycérate de chaux.

---

(1) Le point 92 degrés indiqué dans mon précédent Mémoire est beaucoup trop élevé.

» Enfin j'ai encore pu constater dans le résidu la présence d'un glucose, qui probablement est le polymère de l'aldéhyde glycérique. Il est très-soluble dans l'eau et l'alcool, ne précipite pas par le sous-acétate de plomb, mais forme un abondant précipité avec l'acétate de plomb ammoniacal, ce qui permet de l'isoler de la glycérine et des autres produits avec lesquels il est mélangé. Chauffé à 80 ou 100 degrés, il noircit fortement, en répandant une odeur de caramel.

» Traité à chaud par l'acide azotique, il donne de l'acide oxalique. Il réduit le nitrate d'argent ammoniacal, ainsi que la liqueur cupropotassique. Sa solution alcoolique, additionnée de baryte caustique, donne un précipité floconneux, qui, séché sous le vide, présente la composition du glucosate de baryte $(C^6 H^{12} O^6)^4 (BaO)^3 + 4H^2O$. En présence de la levûre de bière, il ne paraît pas susceptible de fermentation.

» Je me propose de revenir prochainement sur ce glucose, en même temps que je continue mes recherches sur l'action de l'oxygène électrolytique sur divers autres alcools polyatomiques. »

PHYSIOLOGIE. — *Note sur l'action calorifique de certaines régions du cerveau (appareils vasomoteurs situés à la surface hémisphérique)*; par MM. **Eulenburg** et **Landois**.

« Les expériences que nous croyons devoir soumettre au jugement de l'Académie ont été faites sur des chiens, spécialement sur de jeunes animaux. Les observations de température, pendant l'opération et immédiatement après, se faisaient généralement par la méthode thermo-électrique, à l'aide d'un électrogalvanomètre de Meissner et Meyerstein, d'une extrême sensibilité, et permettant, à cause du prompt arrêt de l'aimant, de suivre les plus rapides changements de température dans les tissus, avec une exactitude vraiment graphique. Comme éléments thermo-électriques, nous employons deux aiguilles (vernies) de Dutrochet, enfoncées l'une et l'autre sous la peau des deux pattes de devant ou de derrière; ou bien encore, l'une enfoncée sous la peau, tandis que l'autre était maintenue à une température constante. Seulement, pour les cas d'observation prolongée et de mesures fréquemment reprises, il fallait recourir au procédé thermométrique habituel.

» Pour obtenir une abolition fonctionnelle de certaines régions du cerveau, les animaux, plongés d'abord dans une narcose chloroformique profonde, furent trépanés, l'ouverture fut dilatée au besoin, la surface cérébrale fut

mise à nu et brûlée avec des fils de cuivre ardents, à une profondeur de 1 ou de 1 $\frac{1}{2}$ millimètre. Pour obtenir, au contraire, des effets d'excitation totale, non compliqués d'ailleurs de troubles de motilité dans les mêmes régions, les animaux trépanés furent soumis à l'action d'une injection intraveineuse de curare et à la respiration artificielle. L'excitation totale fut pratiquée par des courants d'induction, deux fils de platine servant comme conducteurs métalliques. Quelquefois, à la trépanation, nous avons substitué la perforation du crâne, en deux points voisins, au moyen de petits poinçons, et nous avons fait pénétrer les rhéophores jusqu'à la surface du cerveau. D'autres expériences ont été faites de même sur des animaux non curarisés. L'examen des cerveaux, enlevés en totalité, avait lieu également sur les organes frais ou durcis par l'alcool.

» Voici les résultats sommaires de nos expériences :

» 1° La destruction de certaines régions corticales antérieures du cerveau est suivie *d'une augmentation de température très-considérable dans les extrémités contra-latérales*. Cette augmentation se manifeste immédiatement, avant même le réveil des animaux chloroformés et avant l'exécution de quelques mouvements spontanés; elle peut monter à 5 ou 7 degrés C. On remarque aussi qu'elle se manifeste plus nettement, tantôt dans la patte de devant, tantôt dans celle de derrière : le résultat dépend surtout de la situation et de l'étendue de la partie détruite, ainsi que de l'importance relative de la destruction. (Il en peut résulter qu'une augmentation de température, assez considérable dans la patte de devant, soit accompagnée d'un petit abaissement passager de température dans la patte de derrière, par un effet d'irritation secondaire survenant à proximité de la partie détruite.)

» 2° La région efficace, calorifique, de la surface corticale s'étend en avant jusqu'au sillon dit croisé, selon Leuret ; elle comprend surtout la partie postérieure et latérale de cette grande circonvolution unciforme répondant, dans les chiens, au pli central antérieur de l'homme et du singe (circonvolution post-frontale d'Owen). Les régions agissant sur les membres antérieurs et postérieurs sont séparées l'une de l'autre; la première se trouve située un peu en avant et de côté, touchant ainsi à la terminaison latérale du sillon croisé. La destruction superficielle des plis situés en avant de ce sillon n'exerce aucun effet calorifique, ou cet effet est très-faible et probablement secondaire. De même, la destruction des circonvolutions pariétales postérieures et occipitales n'est suivie d'aucun effet calorifique dans les membres en question.

» 3° Après les destructions suivies de succès, on observe assez régulière-

ment, après le réveil des animaux chloroformés, des troubles de motilité et de conscience musculaire dans les extrémités contralatérales, troubles qui dépendent apparemment de la lésion des appareils moteurs situés dans cette même région de la surface hémisphérique. Ces troubles se bornent, en général, à un défaut de sûreté plus ou moins notable des mouvements locomoteurs; quelquefois, il y a un glissement des pattes et une inclinaison vers le côté opposé à la lésion : preuve assez évidente de la proximité des appareils moteurs des extrémités et des appareils correspondants calorifiques.

» 4° L'augmentation de température dans les membres opposés se maintient généralement assez longtemps après la lésion, bien qu'il existe à cet égard des différences graduelles très-prononcées. Quelquefois, on retrouve encore après trois semaines une augmentation égale ou même supérieure à celle qui s'observait immédiatement après la lésion. Dans la plupart des cas, il se produit, dès le deuxième ou le troisième jour, un retour successif à l'uniformité de température, retour plus ou moins rapide, et qui n'exclut même pas un petit écart passager dans le sens opposé.

» 5° L'excitation électrique isolée de la région corticale en question, pratiquée avec des courants assez faibles, est suivie d'un abaissement de température très-faible et très-fugitif, mais facilement appréciable par le procédé thermo-électrique, dans les extrémités contralatérales. Cet abaissement, qui varie entre 0°,2 et 0°,6 C., se produit également sur des animaux curarisés et non curarisés; il est donc indépendant de l'action motrice de l'irritant. En employant à cet effet un courant plus fort, ou en prolongeant trop l'irritation, on n'obtient plus d'abaissement constant; il en résulte, au contraire, des oscillations plus ou moins amples, et ensuite une légère augmentation de température, surpassant fréquemment la durée de l'électrisation. L'excitation locale assez faible et bien isolée d'autres régions de la surface hémisphérique n'exerce pas une influence semblable.

» 6° L'irritation et la destruction de la moelle épinière (région lombaire) et des troncs périphériques (nerf ischiatique), pratiquées dans un assez long intervalle après la destruction des régions mentionnées du cerveau et le rétablissement de l'uniformité de température, agissent encore de la manière habituelle sur la température des extrémités postérieures.

» Quant à l'explication de ces phénomènes, nous nous bornerons à faire remarquer que, selon notre opinion, il ne peut s'agit que d'*appareils vasomoteurs qui sont situés dans la région en question de la surface hémisphérique*, et qui sont probablement en connexion, directe ou indirecte, avec

les fibres vasomotrices contenues dans le pédoncule du cerveau. Peut-être ces appareils sont-ils destinés à la transmission des influences mentales sur certaines régions vasomotrices; peut-être aussi contribuent-ils aux altérations locales de température et de circulation dans les organes de la conscience, à l'aide des systèmes intermédiaires situés dans l'écorce grise hémisphérique. »

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *De l'action des sels biliaires sur le pouls, la tension, la respiration et la température.* Note de MM. V. **Feltz** et E. **Ritter**, présentée par M. Ch. Robin.

« Les auteurs établissent, par des injections de bile en nature dans le sang, en proportions non toxiques, que le pouls diminue de fréquence, que la respiration se ralentit et que la température et la tension artérielle baissent.

» Ces troubles fonctionnels ne se produisent pas sous l'influence d'injections plus ou moins fortes ou plus ou moins répétées des différentes matières colorantes de la bile ou des solutions éthérées de cholestérine.

» Les sels biliaires, tauro- et glycocholates de soude, mélangés dans les proportions où ils existent dans la bile, introduits dans le sang veineux à des doses modérées, reproduisent chez le chien les modifications fonctionnelles signalées dans les injections de la bile en nature.

» Il est donc prouvé que ce sont les sels biliaires qui agissent dans la bile pour déterminer le ralentissement du pouls, la diminution de la respiration et l'abaissement de la température et de la tension artérielle.

» L'action des sels biliaires s'exerce principalement sur le sang et, par l'entremise de ce dernier, sur le système musculaire; en effet, on obtient encore les troubles fonctionnels dont il s'agit, en injectant les sels biliaires à des animaux, auxquels on a préalablement sectionné les pneumo-gastriques et les grands sympathiques.

» L'action des sels biliaires sur les muscles se démontre encore par le rapide épuisement de la contractilité musculaire chez des animaux curarisés ou non, si l'on prend soin d'imbiber les muscles avec une solution biliaire plus ou moins diluée. Les auteurs ont opéré comparativement avec des solutions biliaires de chlorure de sodium de même densité.

» Les sels biliaires, administrés à si faibles doses qu'il n'en résulte pas d'altérations évidentes des globules rouges, modifient cependant ces derniers, si bien que le sang contaminé par des quantités à peine appréciables

de sels biliaires, s'écoule beaucoup plus lentement à travers les tubes capillaires que le sang normal.

» Ce ralentissement est dû manifestement à l'action des sels biliaires sur le globule sanguin, car le sérum du sang, traité par les mêmes agents et dans des conditions identiques avec le sang défibriné, n'éprouve pas de ralentissement sensible dans son écoulement à travers les tubes de Poiseuille. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Quelques remarques sur la Note précédente de MM.* Feltz *et* Ritter; par M. **Bouillaud.**

« Il y a bien des années que je signalai, pour la première fois, comme vient de le dire notre savant confrère, M. Robin, le ralentissement du pouls, chez les sujets affectés d'*ictère* ou de *jaunisse*. Ce fait me frappa d'autant plus vivement que, jusque-là, depuis la doctrine du célèbre Stoll sur les *fièvres bilieuses*, on avait généralement considéré la présence de la bile dans le sang comme la cause de l'*excitation fébrile* dans les affections ci-dessus nommées. Avant donc d'admettre un rapport, une *loi* de cause à effet entre le ralentissement du pouls et la présence de la bile, telle que la contient le sang dans l'ictère *apyrétique*, je multipliai de plus en plus mes observations. Or, depuis vingt-cinq à trente ans au moins que j'avais recueilli les premières, jusqu'à l'époque actuelle, leur nombre total s'élève aujourd'hui à plus de deux cents.

» Je n'ai pas besoin de dire que je ne négligeai rien pour m'assurer que, dans les observations dont il s'agit, il n'existait aucune autre cause à laquelle il me fût possible d'attribuer le ralentissement du pouls. Ce ralentissement, d'ailleurs, était tel qu'il ne pouvait être comparé qu'à celui produit par la digitale elle-même. En effet, chez les personnes dont le pouls était, à l'état normal, de 60 à 72 par minute, il descendait graduellement jusqu'au chiffre de 40. Lorsque l'ictère avait été guéri, le pouls remontait à son chiffre normal.

» Ces longues recherches faites, je pouvais, en toute assurance, considérer, comme une loi vraie et démontrée, le ralentissement du pouls dans l'ictère ou la jaunisse apyrétique, et rattacher l'un à l'autre par le *rapport d'effet à cause*, et telle fut aussi ma conclusion finale.

» J'aurais bien voulu rechercher ensuite quel était dans la bile, liquide des plus composés, l'élément *spécial* auquel était dû le ralentissement du pouls dont il s'agit. Les circonstances ne me l'ont pas permis. J'apprends,

avec une vive satisfaction, que MM. Feltz et Ritter s'occupent de la solution de ce curieux et important problème de Physiologie pathologique, et je suis heureux de leur en adresser toutes mes félicitations. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur le rôle du bulbe artériel chez les Poissons.* Note de M. G. CARLET, présentée par M. Milne Edwards.

« Les expériences qui suivent ont été instituées dans le but de chercher quelle est l'importance, au point de vue physiologique, de la masse considérable de fibres élastiques qui constitue essentiellement le bulbe artériel des poissons. Mes expériences ont porté sur des Carpes et des Tanches, et tous les résultats que j'ai obtenus concordent parfaitement.

» 1° En voyant la proximité du cœur et de l'appareil branchial, la première idée qui se présente à l'esprit est que les fibres élastiques du bulbe ont pour but de supprimer l'intermittence des mouvements communiqués par le cœur. Les vaisseaux si délicats des branchies seraient ainsi préservés de secousses qui pourraient leur être préjudiciables.

» Pour prouver l'exactitude de cette hypothèse, je mets à nu le bulbe artériel et je l'entoure d'un petit manchon de plâtre gâché, qui, en se solidifiant, paralyse ses mouvements et le transforme, pour ainsi dire, en un tube rigide.

» Or, si, au bout d'un certain temps, on examine au microscope les lamelles branchiales d'un poisson ainsi traité, et qu'on les compare à celles d'un poisson ordinaire de la même espèce, on voit que les *artérioles* (c'est-à-dire les vaisseaux qui occupent les bords intérieurs des feuillets branchiaux) sont variqueuses et sinueuses chez le premier poisson, tandis que, chez le second, elles sont rectilignes et à bords parallèles. Les premiers vaisseaux ont donc été infléchis et distendus par la pression sanguine, ce qui ne peut s'expliquer que par la brusquerie de l'impulsion du cœur, qui s'est transmise aux branchies sans l'intermédiaire élastique du bulbe.

» 2° Si l'on compare le nombre des mouvements operculaires chez les poissons qui ont le bulbe solidifié et chez ceux de même espèce et de même taille qui ont subi une mutilation analogue, mais dont le bulbe est resté libre, on voit que toujours le nombre des battements operculaires des premiers est plus considérable, quelquefois double de celui des seconds. L'hématose est donc troublée chez les premiers, et ils font, pour y remédier, un plus grand nombre d'inspirations. J'ai constaté que, à l'air, ils arrivent ainsi

à prolonger leur vie à peu près aussi longtemps que dure celle des autres dans le même milieu.

» 3° Si l'hématose se fait moins bien chez les poissons à bulbe plâtré, cela tient moins aux lésions vasculaires des branchies qu'à la plus grande difficulté que le cœur éprouve à se vider dans un tube rigide, et surtout à la diminution du nombre des battements du cœur, sous l'influence du surcroît de résistance qu'éprouve cet organe.

» En effet, si l'on compte, pendant un certain temps, le nombre des battements du cœur chez des Carpes de même taille, à bulbe plâtré et à bulbe non plâtré, on trouve que, chez les premières, ce nombre est seulement représenté par 13, tandis qu'il l'est par 16 chez les secondes, pour l'intervalle d'une minute.

» J'ai fait la contre-épreuve de cette expérience, en enlevant et remettant le plâtre, tour à tour, jusqu'à dix fois de suite. Toujours j'ai vu que l'obstacle à l'expansion du bulbe artériel diminue le nombre des battements du cœur. C'est là une confirmation de la loi de M. Marey; mais, pour l'obtenir, il importe d'opérer toujours *à la même température*, car celui-ci exerce sur le nombre des battements du cœur une influence qui pourrait fausser les résultats. C'est ainsi que j'ai reconnu qu'il était nécessaire de gâcher le plâtre avec de l'eau à la température du laboratoire, si l'on voulait apprécier tout de suite l'influence exercée par la solidification. L'action de l'eau plus chaude ou plus froide se ferait immédiatement sentir sur le cœur.

» En résumé, chez les Poissons : 1° le bulbe artériel préserve les artérioles branchiales des secousses communiquées par le cœur; 2° il facilite l'action du cœur; 3° si on l'empêche d'agir, il s'ensuit presque aussitôt un trouble considérable de l'hématose. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Note sur le sucre inverti;* par M. **E.-J. Maumené.**

« MM. A. Girard et Laborde ont affirmé de nouveau (séance du 14 février) avoir « eu raison d'attribuer à M. Dubrunfaut l'opinion qu'il a, » en réalité, émise le premier, et qui consiste à regarder cette matière sucrée comme n'exerçant sur les résultats de l'analyse polarimétrique aucune action sensible. »

» Cette opinion n'est pas celle de M. Dubrunfaut; l'Académie n'a pas oublié l'énergie avec laquelle ce chimiste a soutenu la constance de composition du sucre inverti, lorsque j'ai, le premier, mis cette constance en doute. Or la constance de composition exclut la neutralité optique, et la

plus grande preuve du changement d'opinion qui s'est fait dans l'esprit de M. Dubrunfaut, c'est le silence gardé par lui, quand MM. A. Girard et Laborde lui attribuent une pensée qui n'est plus la sienne.

» D'un autre côté, M. Müntz répond aujourd'hui, à mon observation sur son silence, qu'il n'a pas discuté mes opinions parce qu'il est loin de les partager.

» On me permettra de faire ressortir la singularité d'une contradiction basée sur des expériences toutes favorables à mes opinions sur la nature du sucre inverti. M. Müntz a peut être fait d'autres expériences moins favorables; mais, avant de contredire les vues que j'ai exprimées, ne serait-il pas nécessaire de publier ces expériences moins favorables ?

» Jusqu'à présent, tout vient confirmer ce que j'ai énoncé sur la nature variable du sucre inverti, sur l'existence méconnue avant moi du sucre neutre, intermédiaire entre le sucre normal et le même sucre inverti, sur la division de ce sucre neutre en deux variétés, l'une active sur la liqueur tartro-alcaline de cuivre, l'autre inactive sur ce réactif.

» Je demande la permission de maintenir ces faits, puisqu'ils sont passés sous silence ou contredits malgré de nouvelles preuves. »

M. **Larrey** présente à l'Académie, de la part de M. le général *Barnes*, chirurgien général de l'armée des États-Unis d'Amérique, un volume récemment publié en anglais et intitulé : *Rapport sur l'hygiène de l'armée des États-Unis, avec la description des postes militaires.*

« Ce Rapport, dit M. Larrey, adressé au chirurgien général par M. John Billings, chirurgien assistant, forme l'ensemble de tous les Rapports partiels des officiers de santé de l'armée, en indiquant les conditions diverses dans lesquelles les troupes sont placées, eu égard à leurs postes respectifs.

» La question importante des *habitations* se produit tout d'abord et comprend les casernes, les baraquements et les hôpitaux, avec l'application des moyens variés de chauffage et de ventilation. L'*alimentation de l'armée* est ensuite l'objet d'une étude spéciale sur chaque aliment et sur la ration du soldat, dans les diverses conditions de la vie militaire. L'*habillement*, approprié au climat et aux besoins du service, embrasse toutes ses parties, depuis la coiffure jusqu'à la chaussure, et offre d'utiles perfectionnements. Les *hôpitaux*, longuement décrits dans une autre publication, se divisent en hôpitaux fixes et en hôpitaux temporaires ou hôpitaux baraqués, dont la guerre de sécession a tiré un si grand parti. Tels sont les sujets exposés dans l'introduction du Rapport.

» Suit la *description des postes militaires* dans les divisions principales, comprenant chacune un certain nombre d'états distincts et une multitude de postes, successivement passés en revue, dans tous les détails que comportent les questions hygiéniques de leur organisation.

» C'est là ce qui constitue l'ouvrage tout entier, qui comprend, outre une carte générale des principaux postes, un grand nombre de plans partiels, de tableaux météorologiques et de relevés statistiques. Un livre de cette importance, ajoute M. Larrey, ne saurait être l'objet d'une analyse sommaire, et il se joint, sous le simple titre de *Circulaire n°* 8, à la collection intéressante que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, au fur et à mesure de ses publications diverses, au nom du chirurgien général de l'armée des États-Unis. »

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 28 FÉVRIER 1876.

Force productive des nations, depuis 1800 *jusqu'à* 1851. *Introduction aux Rapports de la Commission française, instituée pour le Jury international de l'Exposition universelle à Londres, en* 1851; *par* le Baron CHARLES DUPIN, membre de l'Institut. Paris, Imprimerie impériale, 1858-1863; 8 vol. in-8° reliés.

Les nouvelles machines marines. Supplément au Traité des appareils à vapeur de navigation mis en harmonie avec la Théorie mécanique de la chaleur; par A. LEDIEU; t. I. Paris, Dunod, 1876; 1 vol. in-8°, avec atlas. (Présenté par M. Dupuy de Lôme au Concours relatif à l'application de la vapeur à la Marine militaire.)

Contributions à la Paléontologie végétale. Études sur le Sigillaria spinulosa *et sur le genre* Myelopteris; *par* B. RENAULT. Paris, Imprimerie nationale, 1875; in-4°. (Extrait des *Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des Sciences.*)

Revue d'Artillerie; 4e année, t. VII, liv. 2, 3, 4; novembre, décembre

1875, janvier 1876. Paris et Nancy, Berger-Levrault, 1875-1876; 3 liv. in-8°.

Sur les chaleurs spécifiques des solutions salines; par M. C. MARIGNAC, sans lieu ni date; br. in-8°. (Tiré des *Archives des Sciences de la Bibliothèque universelle,* février 1876.)

Annuaire de la Marine et des Colonies, 1876. Paris, Berger-Levrault, 1876, in-8°.

Leçons élémentaires d'Hygiène; par M. H. GEORGE. Paris, J. Delalain, 1875; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Milne Edwards.)

Bulletin de la Société mathématique de France; t. IV, janvier, n° I. Paris, 1876; in-8°. (Présenté par M. de la Gournerie.)

Description physique de la République argentine, d'après des observations personnelles et étrangères; par le Dr BURMEISTER, traduite de l'allemand par E. MAUPAS; t. I. Paris, F. Savy, 1876; 1 vol. in-8°.

Le bioscope appliqué à la mesure des fonctions de la sécrétion cutanée ou de l'état hygrométrique de la peau; par le Dr COLLONGUES. Paris, J.-B. Baillière, 1876; br. in-8°.

L'assainissement de Paris. La Seine, la presqu'île de Gennevilliers, la Bièvre; par le Dr DE PIETRA-SANTA. Paris, Lachaud, 1876; in-12°.

Assainissement de Paris. Épuration des eaux d'égout et des matières de vidange. Application des procédés Knab, à Gennevilliers et à la voirie de Bondy. Paris, 12, place de la Bourse, 1876; in-4°.

Destruction du Phylloxera et autres insectes nuisibles; par A.-V. LEBLANC. Paris, A. Chérié, 1876; br. in-8°. (Renvoi à la Commission.)

Le bissegment. Principe nouveau de Géométrie curviligne; par L. P. MATTON. Lyon, Imprimerie Vingtrinier, 1876; br. in-8°.

Lettre de M. Dausse à S. E. M. le commandeur Spaventa, ministre des Travaux publics à Rome, au sujet de l'endiguement du Tibre dans cette capitale. Grenoble, Imprimerie Dauphin et Dupont, 1876; br. in-8°. (Présentée par M. Ch. Sainte-Claire Deville.)

A. FAUVEL. — *Annuaire entomologique pour* 1876. Caen, chez l'auteur; Paris, L. Buquet, 1876; in-18°.

Documents relatifs à la publication d'une nouvelle carte géologique de la Belgique; par G. DEWALQUE. Bruxelles, F. Hayez, 1875; br. in-8°.

(A suivre.)

DATES.	BAROMÈTRE À MIDI réduit à zéro. (1)	THERMOMÈTRES du jardin. Minima. (2)	Maxima. (3)	Moyenne. (4)	Moyenne vraie. (5)	Écart de la normale. (6)	THERMOMÈTRE ÉLECTRIQUE à 20 mètres. (7)	ACTINOMÈTRE. (8)	THERMOMÈTRES du sol. Surface. (9)	à 0m,20. (10)	à 1m,00. (11)	TENSION DE LA VAPEUR. (12)	ÉTAT HYGROMÉTRIQUE. (13)	UDOMÈTRE (à 1m,80). (14)	ÉVAPOROMÈTRE. (15)	ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. (16)	OZONE. (17)
	mm	o	o	o	o	o	o		o	o	o	mm		mm	mm		
1	762,4	−2,8	6,4	1,8	1,5	−2,4	2,0	23,2	−0,5	1,5	3,6	4,2	83	″	″	″	1,0
2	61,5	−0,6	4,6	2,0	2,3	−1,8	2,1	7,8	2,4	1,6	3,6	5,1	93	2,4	″	″	3,0
3	65,9	«	«	″	−1,4	−5,6	−1,5	3,7	−0,9	1,7	3,6	4,2	100	″	″	″	0,0
4	54,0	−3,5	4,3	0,4	1,3	−3,0	1,3	4,8	0,2	1,5	3,6	4,7	94	3,3	″	″	4,0
5	49,9	−0,5	3,9	1,7	1,3	−3,1	1,2	17,6	0,8	1,4	3,6	4,4	87	0,8	″	″	0,0
6	48,3	−0,6	1,1	0,3	0,1	−4,3	0,2	10,5	−0,1	1,3	3,6	4,4	95	3,1	″	″	0,0
7	46,8	−0,7	0,7	0,0	−1,5	−5,9	−1,2	12,9	−2,4	1,2	3,5	3,6	87	0,7	″	″	5,5
8	49,1	−5,9	−0,7	−2,6	−0,8	−5,2	−0,7	12,9	−1,0	1,1	3,5	4,3	97	6,0	″	″	0,0
9	52,1	−3,9	1,2	−1,4	−2,5	−6,9	−1,4	16,6	−4,4	1,0	3,5	3,5	93	0,0	″	″	0,0
10	52,6	−9,2	−0,4	−4,8	−5,8	−10,2	−4,7	13,4	−7,1	0,9	3,4	2,8	91	″	″	″	0,0
11	54,1	−12,0	−2,6	−7,3	−8,0	−12,4	−7,3	19,2	−8,7	0,7	3,4	2,3	90	0,0	″	″	2,5
12	52,7	−12,7	−2,4	−7,6	−7,2	−11,6	−7,0	42,2	−7,3	0,5	3,3	2,5	92	″	″	″	8,5
13	48,9	−8,8	4,2	−2,3	−0,9	−5,3	−0,9	35,1	−0,7	0,4	3,3	4,0	90	1,5	″	″	13,0
14	50,7	1,8	8,4	5,1	4,2	−0,2	4,3	27,2	3,2	0,4	3,4	5,5	89	0,1	1,1	″	19,0
15	50,8	3,7	10,2	7,0	7,8	3,4	7,8	4,5	7,0	0,5	3,2	7,4	94	10,9	1,5	″	18,5
16	54,5	7,1	11,4	9,3	10,0	5,5	10,0	10,0	9,4	2,8	3,2	8,3	91	2,9	1,4	″	18,5
17	54,6	10,3	12,6	11,5	11,3	6,8	11,2	3,7	10,7	5,6	3,4	8,6	87	0,1	1,9	″	15,0
18	48,4	5,1	16,6	10,9	10,8	6,3	10,8	17,1	9,9	6,2	3,9	8,2	84	″	3,7	″	13,5
19	46,8	8,8	12,7	10,8	10,0	5,4	10,1	9,6	9,3	6,8	4,3	7,7	84	2,4	3,2	″	15,5
20	48,4	7,6	14,5	11,1	10,7	6,1	10,7	8,2	10,3	7,3	4,8	8,7	90	4,8	1,4	″	19,0
21	58,2	10,1	14,9	12,5	12,1	7,4	11,9	10,3	11,5	8,2	5,2	8,9	85	1,5	2,0	″	16,5
22	57,6	9,9	15,7	12,8	11,4	6,6	11,0	20,7	10,8	8,5	5,6	8,5	86	0,0	2,1	″	15,5
23	53,4	6,5	12,0	9,3	7,5	2,6	7,6	24,2	7,4	7,8	5,9	6,6	84	1,6	2,2	″	18,5
24	58,5	3,8	8,5	6,2	5,3	0,3	5,2	36,4	5,5	6,3	6,2	4,5	66	″	2,8	″	13,0
25	54,3	1,3	9,6	5,5	6,3	1,2	6,3	18,9	5,9	5,7	6,2	5,7	79	0,3	2,1	″	10,0
26	49,1	6,1	12,0	9,1	9,7	4,5	9,6	17,3	9,5	6,7	6,2	7,6	86	7,3	1,8	″	18,5
27	46,1	6,4	14,0	10,2	9,6	4,3	9,2	9,4	8,7	7,4	6,2	8,2	92	5,3	1,3	″	20,0
28	55,5	6,2	12,5	9,4	10,0	4,6	9,9	11,2	9,4	7,5	6,4	8,3	90	1,3	1,5	″	17,0
29	55,7	9,7	15,2	12,5	11,6	6,2	11,5	8,3	11,7	8,5	6,5	9,2	90	1,5	1,5	″	19,0

(6) La température normale est déduite de la courbe rectifiée des températures moyennes de soixante années d'observations. — (8) Moyennes des cinq observations. — Les degrés actinométriques sont ramenés à la constante solaire 100. — (7) (9) (10) (11) (12) (13) (16) Moyennes des observations sexhoraires.
(*) Baisse continue.

DATES.	MAGNÉTISME TERRESTRE (moyennes diurnes). Déclinaison. (18)	Inclinaison. (19)	Intensité horizontale. (20)	Intensité totale. (21)	VENTS à 20 mètres. Direction moyenne (22)	Vitesse moyenne en kilomètres à l'heure. (23)	Pression moyenne en kilogrammes par mètre carré. (24)	DIRECTION DES NUAGES. (25)	NÉBULOSITÉ (0 à 10). (26)	REMARQUES.
1	17°.19′,9	65°.37′,0	1,9324	4,6613	SSE	km 6,5	kg 0,40	NNW k	4	Gelée blanche le matin. Halos.
2	20,0	36,9	9324	6610	SSE-SW-NW	8,4	0,66	SW	9	» Pluie fine et brouillard.
3	19,0	36,9	9326	6615	NNW	(2,5)	0,07	»	10	Brouillards persistants.
4	19,3	36,6	9327	6608	S à W et N	(9,0)	0,76	WNW	6	Pluie, grésil et neige.
5	* 21,3	* 37,6	* 9318	6617	NNW	(12,0)	1,36	NNW	8	Neige, grésil et pluie.
6	19,6	37,9	9318	6626	N ¼ NW	15,1	2,15	NNE	10	Neige presque continuelle.
7	19,6	38,0	9319	6631	N	19,9	3,73	N ¼ NE	9	Neige tout le jour.
8	20,7	37,8	9320	6627	NW	14,8	2,07	NW	10	Grésil, neige et pluie.
9	20,5	37,9	9322	6635	NW à S	3,4	0,11	WNW	8	Quelques flocons de neige. Givre le soir.
10	* 17,1	* 37,9	9323	6638	S à W et NW	5,2	0,26	NNW	7	Givre matin et soir.
11	* 19,2	* 38,3	9316	6632	SW à SE	(4,2)	0,17	»	5	» Quelques flocons de neige après-midi.
12	21,5	37,7	9318	6620	E à S	(4,5)	0,20	»	3	Faible givre le soir.
13	* 19,3	* 37,3	* 9315	6600	SSE à W	7,3	0,50	SW	9	Dégel après-midi suivi de pluie.
14	* 20,9	* 36,8	9314	6583	SSW	16,6	2,60	SW	6	Halo. Gouttes de pluie par intervalles.
15	21,4	36,7	9313	6579	SW	36,7	12,69	SW	9	Temps de bourrasques et pluie.
16	21,2	36,7	9312	6575	SW	26,2	6,47	WNW k	9	Bourrasques et pluie après-midi et soir.
17	19,5	36,2	9314	6565	WSW	23,1	5,03	WSW	9	Petite pluie le matin.
18	20,0	36,0	9318	6568	SSW	21,8	4,48	W k	6	Rosée le matin.
19	* 19,9	* 37,3	* 9290	6542	SW	33,2	10,39	WSW	8	Bourrasques et pluie.
20	* 21,6	* 37,8	* 9303	6584	WSW	25,4	6,08	WSW	9	Continuellement pluvieux. Bourrasques.
21	* 19,4	36,9	* 9312	6582	SW	21,1	4,20	SW	9	Quelques bourrasques et pluie avant le jour.
22	* 19,0	36,6	* 9316	6582	SW	19,9	3,73	WSW	8	Gouttes de pluie le matin.
23	18,0	36,5	9317	6580	W ¼ NW	25,8	6,27	WNW	5	A 2h45m soir, pluie et grêle.
24	19,1	36,7	9326	6609	WNW	17,2	2,79	NW	7	Quelques faibles bourrasques.
25	* 18,1	* 38,2	* 9318	6634	S	10,8	1,10	S	10	Un peu de pluie le soir.
26	20,7	37,5	9318	6614	SW	25,3	6,03	WSW	10	Bourrasques et pluvieux.
27	18,7	37,1	9322	6611	S à W	17,8	2,98	SW k	8	Quelques bourrasques et pluies intermitt.
28	18,9	36,7	9323	6602	WSW	21,6	4,40	WSW	8	Quelques bourrasques et pluies intermitt.
29	19,3	36,5	9325	6601	SW	20,6	4,00	SW	10	Faibles bourrasques et pluvieux.

(18 à 21) * Perturbations. (18, 19) Valeurs déduites des mesures absolues prises sur la fortification. (20, 21) Valeurs déduites des mesures absolues faites au pavillon magnétique.
(22) (25) Le signe W indique l'ouest, conformément à la décision de la Conférence internationale de Vienne.
(23) Vitesses maxima : le 15, 62km,5; les 16, 17 et 18, de 40 à 50km; le 19, 53km,5; les 20, 21 et 22, de 35 à 40km; les 23, 26 et 27, 55km; les 28 et 29, 36km. (25) La lettre k désigne les cirrhus, dont la direction, quand ils sont visibles, est donnée de préférence à celle des autres nuages.

Moyennes horaires et moyennes mensuelles (Février 1876).

	6h M.	9h M.	Midi.	3h S.	6h S.	9h S.	Minuit.	Moyennes.
	′	′	′	′	′	′	′	° ′
Déclinaison magnétique .... 17° +	17,7	18,7	24,0	22,8	20,1	17,7	17,2	17.19,7
Inclinaison » .. .. 65° +	36,9	37,2	37,3	37,1	37,2	37,3	37,3	65.37,2
Force magnétique totale.. .... 4,+	6605	6603	6600	6599	6600	6609	6606	4,6603
Composante horizontale... .... 1,+	9322	9317	9315	9317	9316	9319	9317	1,9317
Électricité de tension (1).....................	»	»	»	»	»	»	»	»
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Baromètre réduit à 0°......................	753,17	753,39	753,13	752,62	753,00	753,08	753,15	753,11
Pression de l'air sec.......................	747,61	747,61	747,05	746,42	746,81	747,02	747,32	747,19
Tension de la vapeur en millimètres	5,56	5,78	6,08	6,20	6,19	6,06	5,83	5,92
État hygrométrique.........................	94,0	90,1	82,7	82,2	87,6	89,3	89,6	88,5
	°	°	°	°	°	°	°	°
Thermomètre du jardin	2,32	3,72	6,01	6,44	5,28	4,46	3,83	4,36
Thermomètre électrique à 20 mètres	2,60	3,69	5,82	6,31	5,43	4,62	3,97	4,46
Degré actinométrique........................	0,00	20,54	36,46	21,78	0,00	»	»	15,76
Thermomètre du sol. Surface	1,68	3,92	6,83	6,49	4,06	3,07	2,80	3,84
» à 0m,02 de profondeur...	3,35	3,46	4,29	4,38	4,50	4,25	4,00	4,04
» à 0m,10 » ...	3,59	3,55	3,76	4,10	4,25	4,17	4,07	3,92
» à 0m,20 » ...	3,67	3,64	3,65	3,78	3,94	4,00	4,01	3,82
» à 0m,30 » ...	3,57	3,57	3,56	3,59	3,69	3,77	3,79	3,65
» à 1m,00 » ...	4,28	4,30	4,31	4,32	4,35	4,36	4,38	4,33
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Udomètre à 1m,80...	11,2	5,7	15,5	6,5	6,0	9,2	3,7	t. 57,8
Pluie moyenne par heure	1,87	1,90	5,17	2,17	2,00	3,07	1,23	»
Évaporation moyenne par heure (16 jours)(2).	0,05	0,05	0,08	0,13	0,12	0,06	0,06	t. (31,5)
Vitesse moy. du vent en kilom. par heure (3)..	18,09	17,55	19,39	21,29	18,18	17,12	18,18	18,49
Pression moy. du vent en kilog. par heure (3)...	3,08	2,90	3,54	4,28	3,11	2,76	3,11	3,22

Moyennes horaires.

Heures.	Déclinais.	Pression.	Température. à 2m.	Température. à 20m.	Heures.	Déclinais.	Pression.	Température. à 2m.	Température. à 20m.
	° ′	mm	°	°		° ′	mm	°	°
1h matin....	17.18,2	753,27	3,52	3,73	1h soir......	17.24,4	752,89	6,44	6,25
2 »	19,3	53,36	3,16	3,48	2 »	23,9	52,70	6,58	6,40
3 »	19,8	53,36	2,82	3,21	3 »	22,8	52,62	6,44	6,31
4 »	19,5	53,30	2,51	2,92	4 »	21,7	52,68	6,11	6,08
5 »	18,6	53,21	2,34	2,71	5 » ...	20,8	52,83	5,70	5,75
6 »	17,6	53,17	2,32	2,60	6 » ...	20,1	53,00	5,28	5,43
7 »	16,8	53,19	2,54	2,73	7 »	19,4	53,09	4,94	5,13
8 »	17,1	53,28	3,03	3,10	8 » ...	18,5	53,12	4,67	4,86
9 » ...	18,7	53,39	3,72	3,69	9 »	17,7	53,08	4,46	4,62
10 »	20,7	53,42	4,54	4,44	10 »	16,9	53,04	4,28	4,40
11 »	22,6	53,33	5,34	5,19	11 »	16,8	53,07	4,06	4,19
Midi.........	24,0	53,13	6,01	5,82	Minuit.......	17,2	53,15	3,83	3,97

Thermomètres de l'abri (moyennes du mois.)

Des minima..... .... 1°,5   Des maxima........ 7°,9   Moyenne. .... 4°,7

Thermomètres de la surface du sol.

Des minima.... .... 0°,3   Des maxima.. ..... 10°,6   Moyenne........ .... 5°,4

Températures moyennes diurnes par pentades.

1876. Janv. 31 à Fév. 4...	1°,3	Fév. 10 à 14....	−3°,5	Fév. 20 à 24.......	9°,4
Fév. 5 à 9....	−0,7	Fév. 15 à 19....	10,0	Fév. 25 à Mars 1...	9,5

(1) Unité de tension, la millième partie de la tension totale d'un élément Daniell pris égal à 28700.
(2) En centièmes de millimètre et pour le jour moyen. — (3) Les journées des 3, 4, 5, 11 et 12 exceptées.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 MARS 1876.

PRÉSIDENCE DE M. LE VICE-AMIRAL PÂRIS.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Observations de la Lune faites aux instruments méridiens de l'Observatoire de Paris pendant l'année* 1875. Communication de M. LE VERRIER.

1875.	Temps moyen.	Ascension droite.	Correction de l'éphém.	Distance polaire.	Correction de l'éphém.
	h m s	h m s	s	° ' "	"
Janv. 13...	4.58.19,2	0.30.24,73	—0,28	88. 2.50,8	+3,7
19*..	10.30.33,2	6.27.21,47	—0,60	61.51.20,7	+0,6
19...	10.30.33,3	6.27.21,58	—0,49	61.51.21,9	+1,8
20*..	11.32.15,8	7.33. 9,36	—0,63	63.11.56,6	—5,4
20...	11.32.16,0	7.33. 9,51	—0,48	63.12. 0,4	—1,6
30...	19. 9.48,7	15.49. 6,44	—0,32		
31...	19.59. 7,6	16.42.28,02	—0,54		
Févr. 8...	2. 7.36,3	23.21.44,84	—0,21		
11...	4.32.43,3	1.59. 7,12	—0,35		
15*..	8.20.40,3	6. 3.33,72	—0,58	61.41. 9,6	—0,8
15...	8.20.40,5	6. 3.33,87	—0,45	61.41.12,6	+2,2
18*..	11.13.35,0	9. 8.40,90	—0,79	68.42.21,3	—3,9

(*) Observations faites aux instruments de Gambey.

1875.		Temps moyen.	Ascension droite.	Correction de l'éphém.	Distance polaire.	Correction de l'éphém.
		h m s	h m s	s	° ′ ″	″
Févr.	18...	11.13.35,4	9. 8.41,30	—0,40	68.42.21,9	—3,4
	19...	12. 3. 6,9	10. 2.14,95	—0,54	73.41. 5,2	—5,0
	19*..	12. 3. 6,9	10. 2.14,99	—0,50	73.41. 5,9	—4,3
	22*..	14.14.24,7	12.23.39,40	—0,29	91.22.34,5	—3,1
Mars	10...	2.26. 4,1	1.38.34,48	—0,43		
	11...	3.18.52,0	2.35.29,35	—0,42	72.29.17,8	+4,3
	15*..	7.15.55,1	6.49. 0,83	—0,71	61.47.38,6	+0,3
	15...	7.15.55,3	6.49. 1,03	—0,51	61.47.40,4	+2,1
	18...	9.58.43,4	9.43.58,37	—0,39	71.46.32,1	—3,4
	23*..	13.31.34,3	13.35. 1,74	—0,36	100.45.25,2	—1,9
Avril	13...	7. 5.23,4	8.32.43,97	—0,43	65.56.43,3	—0,2
	14*..	7.56.40,5	9.28. 3,22	—0,70	70.14.45,0	—6,5
	14...	7.56.40,8	9.28. 3,51	—0,42	70.14.48,9	—2,6
	15*..	8.43.29,2	10.18.53,61	—0,56	75.24.12,8	—6,7
	15...	8.43.29,5	10.18.53,90	—0,27	75.24.17,1	—2,5
	16...	9.26.49,9	11. 6.16,09	—0,42	81. 5.11,4	—4,2
	16*..	9.26.50,0	11. 6.16,18	—0,33	81. 5. 9,8	—5,8
	17*..	10. 7.53,8	11.51.22,20	—0,37		
	17...	10. 7.53,9	11.51.22,29	—0,28	87. 1.28,8	—4,2
	19*..	11.27.49,1	13.19.23,69	—0,55	98.47.25,0	—7,0
	19...	11.27.49,6	13.19.24,17	—0,08	98.47.24,9	—7,2
	20*..	12.10.52,2	14. 4.29,38	—0,41	104.13.41,2	—2,1
	20...	12.10.52,4	14. 4.29,53	—0,26	104.13.38,1	—5,2
	28...	18.46. 7,2	21.12.16,30	—0,68	111. 5. 3,5	+2,2
	29...	19.35.18,9	22. 5.33,50	—0,79		
	30...	20.23.23,3	22.57.42,90	—0,70	99.57.15,2	+9,6
Mai	11...	5.52. 7,0	9. 9.37,87	—0,58	68.45. 2,0	—2,3
	12*..	6.41.12,4	10. 2.44,99	—0,52	73.44.42,4	—4,2
	12...	6.41.12,4	10. 2.45,00	—0,51	73.44.44,0	—2,6
	13*..	7.25.57,8	10.51.31,98	—0,52		
	14...	8. 7.43,6	11.37.19,62	—0,31	85.13.15,0	—3,6
	15*..	8.47.49,2	12.21.27,63	—0,42	91.10.25,6	—5,0
	15...	8.47.49,4	12.21.27,89	—0,17	91.10.28,1	—2,5
	19*..	11.34.17,0	15.24.12,78	—0,34		
	19...	11.34.17,2	15.24.12,99	—0,13	111.52.57,7	—3,8
	20...	12.23.47,3	16.15.38,99	—0,28	115.16.54,1	—2,3
	20*..	12.23.47,4	16.15.39,07	—0,20	115.16.55,6	—0,8
	30...	20.37.58,7	1.10.36,25	—0,93	82.12.25,5	+5,6
	31...	21.29.50,0	2. 6.30,26	—0,95		

(*) Observations faites aux instruments de Gambey.

1875.	Temps moyen.	Ascension droite.	Correction de l'éphém.	Distance polaire.	Correction de l'éphém.
	h m s	h m s	s	° ′ ″	″
Juin 7...	3.41.10,0	8.44.48,78	−0,67	67. 2. 8,2	−3,3
8...	4.34. 4,9	9.41.45,65	−0,53	71.49.43.5	−4,8
9...	5.21.41,8	10.33.24,13	−0,40		
14...	8.48. 6,0	14.20. 2,94	−0,20	106. 3.40,6	−1,9
14*..	8.48. 5,8	14.20. 2,76	−0,37		
15...	9.31.40,4	15. 7.42,60	−0,40	110.36.27,0	−0,8
15*..	9.31.40,4	15. 7.42,66	−0,34		
17*..	11. 7.19,8	16.51.34,22	−0,48		
17...	11. 7.19,9	16.51.34,30	−0,40	116.54.23,8	−4,0
18...	11.59. 2,6	17.47.23,15	−0,22	118.12.59,4	−1,8
18*..	11.59. 2,7	17.47.23,25	−0,13		
19...	12.54.21,2	18.44.32,06	−0,53	118. 4.36,5	−1,5
Juill. 12...	7.27.53,9	14.50. 2,53	−0,32	109.14.49,7	−2,6
12*..	7.27.53,8	14.50. 2,46	−0,39	109 14.50,3	−2,0
15...	9.52.45,8	17.27.12,61	−0,38	117.58.59,8	−1,7
15*..	9.52.45,9	17.27.12,68	−0,31		
17...	11.39. 8,4	19.21.46,21	−0,40	117. 9.10,8	+0,3
17*..	11.39. 8,2	19.21.46,08	−0,53	117. 9.10,7	+0,2
20*..	14.12.20,4	22 5. 0,85	−0,78	105.28.25,3	+4,4
25...	18. 5.54,1	2.18.52,68	−0,92	73.41. 0,6	+6,6
26...	19. 0. 2,6	3.17. 4,06	−0,89	68.18.15,7	+4,3
28...	21. 2. 2,1	5.27.12,56	−0,87		
Août 7...	4.40. 0,6	13.44.10,80	−0,25	102.33.21,1	−0,2
10*..	6.54.31,6	16.10.57,80	−0,41		
10...	6.54.31,7	16.10.57,88	−0,34	115.23.44,6	−0,3
11...	7.44.33,9	17. 5. 6,39	−0,22	117.37.30,0	−7,3
13...	9.31.23			117.53.46,6	−1,0
14*..	10.23.25,8	19.56.14,54	−0,33	115.46.24,2	+2,6
16...	12. 7. 0,8	21.45.46,80	−0,84	107.25.44,9	+0,6
16*..	12. 7. 0,9	21.45.46,94	−0,71	107.25.48,1	+3,9
17*..	12.54.38,0	22.37.29,43	−0,72	101.40.33,6	+5,2
17...	12.54.38,0	22.37.29,49	−0,66	101.40.31,6	+3,2
24...	18.53. 4,4	5. 4.21,71	−0,92	62.18.32,5	+2,0
25...	19.55.55,7	6.11.19,44	−0,86	61.25. 5,6	−2,0
Sept. 4...	3.16.32,4	14.10.53,23	−0,27	105.45.10,9	−3,6
6...	4.46.56,5	15.49.28,14	−0,21	114.18. 0,0	−1,4
7...	5.35.49,6	16.42.27,37	−0,01	117. 1.20,9	−1,0
10...	8.12.35,9	19.31.30,43	−0,12	116.59.23,0	−1,3
14...	11.31.13,9	23. 6.23,69	−0,25	98. 3.26,9	+3,0

(*) Observations faites aux instruments de Gambey.

1875.	Temps moyen.	Ascension droite.	Correction de l'éphém.	Distance polaire.	Correction de l'éphém.
	h m s	h m s	s	° ′ ″	″
Sept. 15...	12.20.21,8	23.57.27,53	−0,73	91.13.21,0	+5,1
Octob. 6...	5.10. 3,3	18.10.58,05	−0,01	118.41.25,6	+3,0
8...	6.53.49,8	20. 2.54,10	−0,31	115.33.19,8	+1,8
12...	10. 6.55,6	23.32.15,14	−0,29	94.38.59,8	+1,2
16...	13.35.33,7	3.14.58,01	−1,15	68. 9.14,4	+1,1
25...	21.47.42,2	12 4. 6,84	−0,84		
Nov. 2...	3. 3. 6,2	17.50. 6,59	−0,46		
8...	7.55.34,1	23 6.58,37	−0,49		
13...	12.17.33,7	3.47. 6,73	−0,73	65.52.40,3	−2,4
15*..	14.29.41,7	6. 7.27,36	−0,82	61.26.48,8	−1,5
Déc. 6*..	6.32.53,6	23.34.27,05	−0,44	94. 1.22,1	+5,1
6 ..	6.32.53,8	23.34.27,23	−0,27	94. 1.18,8	+1,8
7*..	7.17.45,0	0.23.23,32	−0,64	87.24. 9,3	+4,8
7...	7.17.45,2	0.23.23,55	−0,41	87.24. 7,9	+3,5
14...	14.18.59,2	7.51. 5,37	−0,92	64.12. 0,0	+5,4

» Les positions conclues ont été comparées aux éphémérides du *Nautical Almanac*, déduites des *Tables* de Hansen. »

NAVIGATION. — *Deuxième Note sur la transformation de l'Astronomie nautique, à la suite des progrès de la Chronométrie* (**); par M. YVON VILLARCEAU.

« *Méthodes des cercles et des courbes de hauteur.* — En exposant les méthodes de la nouvelle navigation, nous avons suivi un ordre qui nous a permis de les présenter comme offrant la solution nécessaire du problème de la navigation astronomique, en l'état actuel des données de ce problème.

» Aux solutions *directes*, trop compliquées dans la pratique, nous avons substitué la solution *indirecte* que fournit la méthode des équations de condition, en partant de la valeur approchée des coordonnées de la position du navire ou du point *estimé*. Dans les cas extrêmement rares, où cette position se trouverait trop incertaine, on peut recourir utilement à la méthode de Sumner, transformée par l'emploi des cartes marines.

» A un moment donné, les astres occupent des positions déterminées, relativement à des plans entraînés dans le mouvement diurne de la Terre.

(*) Observations faites aux instruments de Gambey.

(**) Suite à la Note de la séance du 6 mars.

Les positions des principaux de ces astres se déduisent aisément des éphémérides astronomiques, quand on choisit pour plans coordonnés celui du premier méridien et le plan de l'équateur. Dans ce cas, la direction d'un corps céleste est fixée par ses longitude et latitude *géographiques*, de la même manière que la position d'un point de la surface de la Terre supposée sphérique : la longitude de l'astre s'identifie avec son angle horaire et la latitude avec sa déclinaison.

» Concevons donc une sphère sur laquelle on ait tracé les grands cercles représentatifs du premier méridien et de l'équateur; il suffira de connaître l'heure du premier méridien, à laquelle on aura fait l'observation de la hauteur d'un astre, et de tirer des éphémérides la position de cet astre, pour être en état de marquer sur la surface de la sphère le point où le rayon vecteur mené du centre de la Terre à l'astre rencontre la surface sphérique. Prenons ce rayon vecteur pour axe d'un cône ayant son sommet au centre de la Terre, et décrivons, autour de cet axe, une surface conique, en donnant, à la demi-ouverture du cône, une amplitude angulaire égale à la distance zénithale de l'astre ou au complément de sa hauteur observée H, réduite au centre de la sphère : la trace de la surface conique sur la sphère sera un petit cercle, auquel on a donné le nom de *cercle de hauteur*, et sur la circonférence duquel se trouve nécessairement la position de l'observateur : il est visible, en effet, que la distance zénithale, qui serait observée d'un point quelconque de ce petit cercle et réduite au centre de la Terre, serait égale au demi-angle au sommet du cône. On ne manquera pas de remarquer que, si l'observation pouvait donner l'azimut de l'astre, la position du *point* se trouverait entièrement déterminée. Dans l'impossibilité de se procurer une valeur assez exacte de l'azimut, on est obligé de recourir à une seconde observation de hauteur. En supposant ces observations simultanées, il est clair que l'une des intersections des deux cercles de hauteur représentera la position du navire. Entre les points ainsi obtenus, la confusion n'est pas possible ordinairement; dans le cas où il pourrait y avoir incertitude, la considération d'un relèvement azimutal de l'astre suffirait, malgré ses erreurs, pour lever la difficulté. Terminons ce rapide exposé, en faisant remarquer que l'on peut toujours ramener à un même horizon plusieurs observations de hauteur, dans le cas où elles ne sont pas simultanées.

» Le problème de la détermination du point se trouve ainsi ramené à celui de l'intersection de deux petits cercles de la sphère, dont on connaît les centres et les rayons. La nécessité d'obtenir le point à 1 minute ou 1 mille

marin près oblige à recourir au calcul. Connaissant, en effet, les équations en coordonnées polaires de chacun des deux petits cercles, on peut calculer les coordonnées d'une suite de points voisins sur chacun d'eux, et déduire, par voie d'interpolation, celles de l'un des points d'intersection.

» Le triangle sphérique ayant pour sommets le zénith, l'astre observé et le pôle, fournit la relation suivante :

$$(1) \qquad \sin H = \sin L \sin D + \cos L \cos D \cos(\mathcal{L} - \mathcal{L}_0),$$

où l'on désigne par H la hauteur observée et réduite au centre de la Terre, $\mathcal{L}_0$ la longitude géographique de l'astre, D sa déclinaison, L et $\mathcal{L}$ les longitude et latitude du lieu de l'observation. Cette relation entre les variables L et $\mathcal{L}$ est l'équation polaire du petit cercle de hauteur.

» Or, le calcul de L en fonction de $\mathcal{L}$, ou inversement, est assez compliqué, lorsqu'on fait usage des transformations usitées dans la Trigonométrie sphérique, pour n'offrir aucun avantage sérieux dans la pratique.

» Un de nos jeunes officiers de marine, M. Hilleret, s'est proposé d'examiner le parti que l'on pourrait tirer de l'emploi des cartes marines, pour le tracé des *courbes de hauteur*, nom sous lequel on désigne la courbe représentative des *cercles de hauteur*, dans le système de projection de Mercator : M. Hilleret a établi en conséquence l'équation de la *courbe de hauteur*; il en a décrit les principales propriétés, et donné la position de ses centres de courbure. L'analyse de cet officier présente une assez grande complication, qui disparaît lorsqu'on a recours à l'emploi des fonctions hyperboliques, ainsi que nous le lui avons fait remarquer.

» Par une simple transformation de coordonnées, nous obtenons l'équation des *courbes de hauteur*. En distinguant les trois cas qui se présentent, nous donnons à notre équation trois formes distinctes qui sont extrêmement simples, et se prêtent avec une égale facilité à la discussion et aux calculs numériques.

» Désignant par x et y les coordonnées linéaires du point (L, $\mathcal{L}$) dans le système de projection de Mercator (les x étant comptés dans le sens des longitudes et les y dans celui des latitudes), R représentant le rayon de la sphère à l'échelle de la carte, on a, entre les coordonnées rectangulaires et sphériques du point (L, $\mathcal{L}$), les relations

$$(2) \qquad x = R\mathcal{L}, \quad y = R \log \operatorname{tang}\left(45^\circ + \frac{1}{2} L\right),$$

dont la seconde est l'expression linéaire des latitudes croissantes : il reste à éliminer $\mathcal{L}$ et L entre ces équations et l'équation (1) du cercle de hauteur.

» L'élimination se fait de la manière la plus simple, en posant

$$(3) \qquad \lambda = \log\operatorname{tang}(45^\circ + \tfrac{1}{2}L),$$

relation qui entraîne les suivantes

$$(4) \qquad \sin L = \mathfrak{tang}\,\lambda, \quad \cos L\,\mathfrak{cos}\,\lambda = 1, \quad \operatorname{tang} L = \mathfrak{sin}\,\lambda \ (^*).$$

» Au moyen de ces diverses relations, on obtient l'équation générale des courbes de hauteur, sous la forme

$$(5) \qquad \mathfrak{cos}\frac{y}{R}\sin H - \mathfrak{sin}\frac{y}{R}\sin D = \cos D \cos\frac{x - x_0}{R},$$

où x_0 et $\mathcal{L}_0$ sont liés par la première équation (2).

» Z désignant la direction azimutale de l'astre observé, mesurée de y vers x, on obtient aisément

$$(6) \qquad \frac{dy}{dx} = -\operatorname{tang} Z,$$

relation qui montre que la direction de la tangente aux *courbes* de hauteur se confond avec celle de la tangente aux *cercles* de hauteur.

» Désignant par x_c et y_c les coordonnées du centre de courbure au point (x, y), on a

$$(7) \qquad x_c - x = R\frac{\cos H}{\cos D \cos\frac{x - x_0}{R}}\sin Z\,(^{**}), \quad y_c - y = R\frac{\cos H}{\cos D \cos\frac{x - x_0}{R}}\cos Z;$$

d'où l'expression suivante du rayon de courbure ρ :

$$(8) \qquad \rho = \pm R\frac{\cos H}{\cos D \cos\frac{x - x_0}{R}}.$$

» Les formules précédentes se simplifient lorsque l'on considère les trois cas que présente la position du pôle (y) relativement au cercle de hauteur.

(*) Dans ces formules et les suivantes, les lettres gothiques désignent des fonctions hyperboliques.

(**) On a encore

$$x_c - x = -R\operatorname{tang}\frac{x - x_0}{R}.$$

» 1° *Pôle extérieur au cercle de hauteur:* $\sin^2 H > \sin^2 D$.

» On pose

$$(9)\quad \begin{cases} k\sin\frac{y_0}{R} = \sin D, \\ k\cos\frac{y_0}{R} = \sin H, \end{cases} \qquad \text{d'où } \frac{y_0}{R} \text{ et } k > 0;$$

puis

$$\cos\frac{a}{R} = \frac{1}{\cos\frac{b}{R}} = \frac{k}{\cos D};$$

alors l'équation de la courbe de hauteur peut être mise sous les deux formes suivantes :

$$(10)\quad \cos\frac{x-x_0}{R} = \cos\frac{a}{R}\cos\frac{y-y_0}{R}, \qquad \cos\frac{y-y_0}{R} = \cos\frac{b}{R}\cos\frac{x-x_0}{R}.$$

» Il est visible que a et b sont les deux demi-axes de la courbe, que cette courbe est symétrique par rapport aux deux axes coordonnés, et qu'elle est formée par une suite d'ovales allongées dans le sens des méridiens, égales, équidistantes et comprises entre des parallèles à l'axe des x, etc.; on a les deux expressions suivantes pour l'azimut :

$$(11)\quad \operatorname{tang} Z = \frac{\operatorname{tang}\frac{x-x_0}{R}}{\operatorname{tang}\frac{y-y_0}{R}} = \cos\frac{b}{R}\frac{\sin\frac{x-x_0}{R}}{\sin\frac{y-y_0}{R}} \qquad \begin{cases}\text{Condition :} \\ \sin Z \text{ et } \sin\frac{x-x_0}{R} \\ \text{de mêmes signes.}\end{cases}$$

» Les coordonnées du centre de courbure deviennent

$$(12)\quad x_c - x = -R\operatorname{tang}\frac{x-x_0}{R}, \qquad y_c - y = -R\operatorname{tang}\frac{y-y_0}{R}.$$

» 2° *Pôle intérieur au cercle de hauteur:* $\sin^2 H < \sin^2 D$.

» Posons

$$(13)\quad \begin{cases} g\sin\frac{y_0}{R} = \sin H, \\ g\cos\frac{y_0}{R} = \sin D; \end{cases} \qquad \text{d'où } \frac{y_0}{R}, \text{ et } g \text{ de même signe que D.}$$

» Soient encore

$$(14)\quad \sin\frac{b}{R} = -\frac{\cos D}{g}, \qquad x'_0 = x_0 - \frac{\pi}{2}R;$$

l'équation de la courbe de hauteur prendra les deux formes

$$(15)\qquad \sin\frac{y-y_0}{R}=\sin\frac{b}{R}\cos\frac{x-x_0}{R}=\sin\frac{b}{R}\sin\frac{x-x'_0}{R}.$$

» La figure de la courbe est celle d'une espèce de sinusoïde; elle présente une infinité de centres équidistants, indépendamment du point (x'_0, y_0). Ces centres sont situés sur le parallèle y_0. On a, pour l'azimut et les coordonnées des centres de courbure, les expressions

$$(16)\qquad \operatorname{tang} Z=\operatorname{tang}\frac{x-x_0}{R}\operatorname{tang}\frac{y-y_0}{R}=\sin\frac{b}{R}\,\frac{\sin\frac{x-x_0}{R}}{\cos\frac{y-y_0}{R}},$$

$$(17)\qquad x_c-x=-R\operatorname{tang}\frac{x-x_0}{R},\qquad y_c-y=-R\cot\frac{y-y_0}{R}.$$

» 3° *Pôle situé sur la circonférence du cercle de hauteur* : $\sin^2 D=\sin^2 H$.

» L'équation de la courbe de hauteur est

$$(18)\qquad \frac{y-y_0}{R}=\mp\log\cos\frac{x-x_0}{R},\qquad D\begin{cases}\text{positif}\\ \text{négatif}\end{cases}$$

» L'azimut Z est donné par la formule

$$(19)\qquad Z=\mp\frac{x-x_0}{R}+(0^\circ \text{ ou } 180^\circ):\qquad D\begin{cases}\text{positif}\\ \text{négatif}\end{cases}$$

l'ambiguïté relative au choix à faire entre zéro et 180 degrés est levée par la condition que $\sin Z$ et $\sin\frac{x-x_0}{R}$ soient de signes contraires.

» Les coordonnées du centre de courbure et son rayon ρ sont

$$(20)\qquad x_c-x=-R\operatorname{tang}\frac{x-x_0}{R},\quad y_c-y=\pm R,\quad \rho=\frac{R}{\cos\frac{x-x_0}{R}}.\quad D\begin{cases}\text{négatif}\\ \text{positif}\end{cases}$$

» La courbe de hauteur est symétrique par rapport au méridien qui passe par le point (x_0, y_0) : elle se compose d'une suite de branches égales, comprises entre des asymptotes parallèles aux méridiens et distantes de la quantité πR : ces branches sont séparées par des bandes de largeur égale à l'intervalle des asymptotes et qui ne contiennent aucun point de la courbe; elles s'étendent d'un seul côté, dans le sens des y, et leurs sommets sont situés sur un même parallèle, celui du point (x_0, y_0), qui est lui-même un de ces sommets.

» A l'inspection des équations (10), (15) et (18), on reconnaît que le

calcul de plusieurs points de chacune des courbes peut s'effectuer avec la plus grande facilité. L'emploi des coordonnées linéaires était utile pour la discussion théorique; mais, si l'on observe que les cartes marines offrent des divisions en degrés, au lieu de parties égales du rayon, il convient, lorsqu'on veut exécuter des calculs, de revenir aux coordonnées sphériques; par exemple, de remplacer $\frac{x - x_0}{R}$ par $\mathcal{L} - \mathcal{L}_0$: on peut conserver les rapports $\frac{y}{R}$ et $\frac{y_0}{R}$ jusqu'au moment où l'on parvient à un système de valeurs de $\frac{y}{R}$ et $\mathcal{L}$, communes aux deux courbes dont on cherche l'intersection; ayant obtenu la valeur de $\frac{y}{R}$, on transformera cette valeur au moyen de la Table des latitudes croissantes, et l'on pourra marquer le *point* sur la carte. On remarquera que, si le bord de la carte, parallèle aux méridiens, portait des divisions en partie du rayon, dont l'origine fût à l'équateur, on se trouverait dispensé de recourir à la Table des latitudes croissantes.

» Le mode de calcul qu'on vient d'indiquer est un retour à l'emploi des coordonnées sphériques; il semble donc qu'on eût pu se dispenser d'effectuer les transformations qui sont nécessaires quand on veut faire usage des coordonnées linéaires. La transformation a cependant été très-utile, puisqu'elle a permis de substituer, aux formules usuelles de la Trigonométrie sphérique, d'autres formules bien plus faciles à appliquer.

» On objectera peut-être que le manque de Tables de fonctions hyperboliques s'oppose à ce que l'on puisse utiliser les nouvelles formules. Voici quelques renseignements sur ce point :

» Des Tables de ces fonctions ont été calculées par Lambert, auquel on doit leur introduction dans la Science : ces Tables sont trop peu étendues pour être couramment utilisées. Gudermann, dans son *Traité des fonctions exponentielles*, a donné des Tables incomplètes. A l'occasion d'un travail sur la grande comète de 1863, que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, des Tables de sinus et cosinus hyperboliques à treize décimales exactes ont été communiquées, comme pièces à l'appui du Mémoire. Ces Tables, calculées par M^me^ Yvon Villarceau, n'ont point été publiées. M. Houël, en publiant des Tables de ces mêmes fonctions, fait connaître qu'en 1863 M. Gronau a publié, à Danzig, des Tables des fonctions circulaires et hyperboliques. Enfin, en 1872, un ex-ingénieur, M. le major Vladimir Vassal, a fait imprimer, chez M. Gauthier-Villars, de nouvelles Tables à cinq décimales, qui sont disposées, comme celles de

M. Hoüel, de manière qu'une Table de fonctions circulaires se trouve être en même temps une Table de fonctions hyperboliques. Ce résultat est obtenu moyennant l'addition d'un nouvel argument dit *hyperbolique*, lequel se confond avec la fonction qui sert à exprimer les latitudes croissantes, et de doubles en-têtes au haut et au bas de chaque colonne.

» Qu'il nous soit permis d'exprimer le regret que des fonctions aussi importantes pour la théorie et d'une utilité pratique si considérable n'aient pas encore trouvé place dans notre enseignement public.

» Nous serions très-heureux de voir notre marine prendre l'initiative à cet égard. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Observations de température faites au Muséum pendant l'année météorologique* 1875, *avec les thermomètres électriques placés à des profondeurs variant de* 1 *à* 36 *mètres sous le sol, et résumé de dix années d'observations;* par MM. **Becquerel** et **Edm. Becquerel**. (Extrait.)

« Nous avons établi au Muséum, depuis 1863, une série d'appareils thermo-électriques donnant très-exactement la température, chaque jour, et cela au-dessus du sol, jusqu'à 20 mètres, puis au-dessous, d'une part, dans la partie supérieure du sol, de zéro à 1 mètre, d'autre part depuis 1 mètre jusqu'à 36 mètres, de 5 mètres en 5 mètres. Dans les parties supérieures du sol, les observations ont lieu plusieurs fois par jour, afin de comparer les changements de température qui se produisent concurremment avec ceux de l'atmosphère; dans les parties inférieures, où les variations diurnes ne sont plus sensibles, cela n'est pas nécessaire, et il suffit d'observer plusieurs fois par mois.

» Chaque année nous présentons le résumé de ces diverses observations à l'Académie; aujourd'hui, nous ne parlerons que des observations faites de 1 à 36 mètres, et prochainement nous indiquerons les résultats obtenus dans la partie supérieure du sol, suivant qu'il est dénudé ou couvert de végétaux.

» Les observations sous terre se font au moyen d'un câble thermo-électrique composé de sept circuits différents dont les soudures sont placées chacune de 5 en 5 mètres, pénétrant dans un puits foré. La première est à 6 mètres, la dernière à 36 mètres. Un autre câble séparé donne la température à 1 mètre de profondeur. Les fils se trouvent garantis de l'action de l'eau et des corps voisins, comme on l'a fait connaître anté-

rieurement à l'Académie; la méthode d'observation dite *par compensation*, due à l'un de nous, est également décrite (1).

» Les tableaux des observations de l'année météorologique 1875 (commençant au 1er décembre 1874 pour se terminer au 1er décembre 1875), nos 1 et 2, qui ne se trouvent pas dans cet extrait, donnent les températures de chaque jour à 1 mètre, et mensuelles à partir de 6 mètres, telles que se font les lectures du thermomètre; mais le zéro se maintenant depuis trois ans à + 0,13, il est nécessaire de faire subir cette correction aux nombres indiqués. Cette correction est faite du reste dans les tableaux suivants, où se trouvent (n° 3) les moyennes des saisons trimestrielles, ainsi que les moyennes annuelles pendant dix ans (n° 4).

Tableau n° 3.

Température moyenne en 1875.

Profondeur.	Hiver (déc., janv., fév.).	Printemps (mars, avril, mai).	Été (juin, juill., août).	Automne (sept., oct., déc.).	Année.
m	o	o	o	o	o
1.....	6,95	7,49	13,92	14,43	10,70
6.....	12,59	10,96	11,34	12,63	11,88
11.....	11,96	11,78	11,92	12,05	11,93
16.....	12,01	11,97	12,19	12,23	12,11
21.....	12,17	12,10	12,13	12,15	12,14
26.....	12,26	12,40	12,61	12,49	12,44
31.....	12,33	12,36	12,34	12,37	12,35
36.....	12,47	12,47	12,47	12,47	12,47

» On reconnaît, d'après les tableaux 1 et 2, qui seront publiés dans le Mémoire, qu'à 1 mètre de profondeur la variation de température de l'hiver à l'automne a été environ de 7 degrés; à 6 mètres, la température la plus basse s'est trouvée au printemps et elle n'a été inférieure à celle de l'automne que de 1°,67; au delà, les variations atteignent à peine $\frac{1}{4}$ de degré; le tableau précédent, n° 3, montre qu'à 31 mètres la température n'a varié que de 0,04, probablement en raison du motif qui sera ainsi indiqué ci-après; à 36 mètres, la température est restée constante.

» Si les terrains dans lesquels sont fixés les appareils étaient parfaitement homogènes, les changements dans la température se feraient avec régularité, et, les variations diurnes n'étant plus sensibles à partir de 1 mètre, les différences entre les moyennes extrêmes de chaque couche iraient en di-

(1) M. Becquerel, *Mémoires de l'Académie*, t. XXXII et XXXVIII, p. 175.

minuant d'une manière régulière, à mesure que la profondeur augmenterait, de sorte que ces différences diminueraient en progression géométrique quand la profondeur augmenterait en progression arithmétique; en outre, à partir de 8 ou 10 mètres, les variations seraient inverses de celles de la surface, et la température serait plus élevée en hiver et moins élevée en été; mais il faut remarquer que les effets calorifiques dépendent non-seulement des variations de température à la surface du sol, dues aux changements des saisons et à l'état du sol lui-même, comme on le verra dans le prochain travail, mais encore de la conductibilité des différentes couches de terrains et de l'infiltration des eaux pluviales et souterraines qui viennent modifier la température des couches qu'elles traversent.

» Tel est le cas qui se présente ici : jusqu'à 12 mètres, les appareils sont dans une terre sableuse de remblai à partir de laquelle, jusqu'à 15 mètres, il y a une couche de marne d'un peu plus de 2 mètres d'épaisseur; puis vient une couche de calcaire allant jusqu'à 24 mètres, où commence l'argile plastique, de sorte que les trois dernières soudures sont, la première (à 26 mètres) près de la partie supérieure de l'argile plastique, et les deux autres (à 31 et 36 mètres) en plein dans cette même couche. Or, à 15 ou 16 mètres, et de 24 à 26 mètres, à la partie supérieure des deux couches d'argile, se trouvent deux nappes d'eau souterraines qui se dirigent vers la Seine, la seconde étant plus puissante que la première, et qui doivent modifier les effets calorifiques. Aussi, jusqu'à 11 mètres, dans nos expériences, les variations de température se font avec régularité comme dans un sol homogène, et le maximum a lieu en hiver et le minimum en été (tableaux n^{os} 1 et 2 non rapportés ici); mais à 16 et à 26 mètres, où se trouvent les masses aquifères, les variations se font en sens contraire de celles à 11 mètres et de même qu'à la surface du sol, c'est-à-dire que le maximum de température a lieu en été et le minimum en hiver; cet effet a lieu surtout à la partie supérieure de l'argile plastique, à 26 mètres sous le sol du Muséum, où se trouve la plus forte nappe d'eau, et la variation de température atteint $\frac{1}{2}$ degré. Entre les deux nappes, à 21 mètres, la température est restée sensiblement constante : au delà, à 36 mètres, c'est-à-dire à 12 mètres dans l'argile plastique, elle n'a pas varié non plus.

» On comprend dès lors que, la température annuelle moyenne à l'air libre n'étant pas la même, les changements dus à l'infiltration des eaux doivent apporter également une légère différence dans les températures annuelles moyennes des couches de terrains. C'est en effet ce qui a lieu, pour quelques-unes des couches étudiées; pour le reconnaître, nous avons réuni en

tableau le résumé des observations faites au Muséum avec les mêmes appareils depuis 1863; il n'y a eu qu'une interruption pendant quelques-uns des mois de 1870 et de 1871; on a alors dix années complètes qui conduisent au tableau suivant pour les moyennes annuelles :

Profondeur.	Température moyenne annuelle (*).											
	1864.	1865.	1866.	1867.	1868.	1869.	1872.	1873.	1874.	1875.	Moyenne des dix années	
m	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	
1....	10,64	10,56	10,92	11,25	12,01	11,99	11,32	11,87	11,83	10,70	11,31	Terre sableuse de remblai.
6....	12,05	11,57	11,78	11,83	11,76	12,30	11,76	12,27	12,17	11,88	11,94	Id.
11....	12,19	11,55	11,63	11,85	12,02	12,17	12,02	12,18	12,06	11,93	11,96	Marne. A 15m, nappe aquifère.
16....	12,09	11,68	11,63	11,86	12,04	12,00	12,20	12,30	12,20	12,11	12,01	Calcaire.
21....	12,15	12,03	11,88	11,92	12,00	12,02	12,21	12,29	12,28	12,14	12,09	Calcaire. A 24m, argile plastique; nappe aquifère.
26....	12,36	12,37	12,26	12,22	12,28	12,29	12,37	12,61	12,47	12,44	12,37	
31....	12,38	12,31	12,30	12,26	12,23	12,28	12,29	12,34	12,36	12,35	12,31	Argile plastique.
36....	12,50	12,45	12,40	12,40	12,38	12,39	12,39	12,40	12,46	12,47	12,42	Id.

(*) Les températures sont corrigées de la variation du zéro du thermomètre.

» On reconnaît que les températures moyennes annuelles de ces dix années vont en croissant régulièrement à partir de 1 mètre jusqu'à 36 mètres, très-sensiblement en raison de 1 degré par 30 ou 31 mètres de différence de niveau, sauf en ce qui concerne la soudure à 26 mètres; l'anomalie mensuelle observée à 16 mètres disparaît donc à peu près dans la moyenne des dix années, mais la perturbation due à la plus forte nappe aquifère, à 26 mètres, subsiste encore et donne un léger excès de température de quelques centièmes de degré au-dessus de la température qui serait donnée si l'accroissement était régulier à toutes les profondeurs. Quant à la température à 36 mètres, elle est constante depuis plusieurs années et égale à 12°,42; et les très-faibles différences que l'on peut remarquer d'une année à l'autre, surtout au moment où l'on a installé les appareils, en 1863, peuvent provenir des déterminations expérimentales elles-mêmes. Ce tableau montre encore que l'influence des températures élevées de l'atmosphère, dans ces dernières années, s'est fait sentir jusqu'à la profondeur de 1 mètre, car on trouve à ce niveau, en 1868 et 1869, puis en 1873 et 1874, des températures moyennes annuelles supérieures à la moyenne générale.

» On voit avec quelle précision l'on peut, à l'aide de cette méthode, déterminer les températures dans des points éloignés des observateurs; nous n'avons pu opérer, bien entendu, que dans les terrains qui sont à proximité du laboratoire de Physique du Muséum; mais les appareils, installés d'une manière permanente, donnent très-exactement la marche diurne mensuelle et annuelle de la température dans ces différentes couches et, d'après les résultats obtenus, on peut comprendre combien il serait important pour la Physique terrestre d'appliquer ce procédé à l'étude de la répartition de la chaleur et des variations de la température pouvant dépendre de causes atmosphériques ou autres, dans les roches et les terrains de diverse nature, car on arriverait à connaître comment l'équilibre calorifique s'établit entre l'action solaire et celle des couches profondes de la terre. »

CHIMIE. — *Sur la siliciuration du platine et de quelques autres métaux;* par M. **Boussingault.**

« Des recherches sur le maximum de carburation du fer ayant appelé mon attention sur l'intervention du silicium dans les produits des hauts-fourneaux, j'ai été conduit à reprendre d'anciennes études sur la combinaison de ce métalloïde avec le platine, en les étendant à l'iridium, au palladium, au ruthénium.

» On sait que le platine, chauffé à un feu de forge, dans un creuset brasqué avec du charbon de bois, fond en un culot cristallin et fragile à ce point qu'il est facile de le pulvériser. Cette fusion fut opérée pour la première fois dans le laboratoire d'Arcueil, par Collet-Descotils, qui considéra le régule obtenu comme un carbure (1). Plus tard je trouvai que le platine fondu au contact du charbon contenait du silicium dont j'attribuai l'origine aux cendres siliceuses de ce combustible. Berzélius confirma ce résultat en admettant que du carbone uni d'abord au métal exerçait ensuite une action réductrice sur l'acide silicique du creuset. Ainsi, dans l'opinion de l'illustre chimiste suédois, la siliciuration présentait deux phases distinctes : carburation préalable du platine, réaction du carbone combiné sur la silice.

» Dans les expériences que je fis autrefois, la présence du silicium avait été mise hors de doute. En traitant le régule par l'eau régale, on en retira

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 1re série, t. LXVII, p. 89.

de la silice; mais le carbone, en supposant qu'il en existât, pouvait avoir été brûlé par le réactif; son absence dans le métal n'était donc pas suffisamment établie; de nouvelles recherches devenaient nécessaires pour décider si réellement du platine carburé se trouvait uni au platine siliciuré.

» Les matériaux employés pour brasquer les creusets ont été, d'un côté, du charbon de bois, du graphite presque pur; du charbon de sucre, ne laissant pas de résidu appréciable, quand il est convenablement préparé; de l'autre, de la silice pure dérivant du fluorure de silicium, quand il s'agissait de préparer des brasques silicifères.

» Dans la première partie de ce travail, j'ai constaté l'augmentation de poids que le platine et quelques autres métaux éprouvent quand on chauffe à une température très-élevée, dans une brasque formée d'un mélange de charbon et de silice, de manière à obtenir un culot.

» Voici le résumé de ces expériences rapportées à 100 de métal :

Platine..........	2,2 à 5,9
Iridium..............................	3,7 à 7,0
Palladium............................	3,4
Ruthénium......................	2,1

» Les trois derniers métaux avaient été préparés par M. Henri Deville. Cette augmentation de poids du platine pendant sa cémentation ou sa fusion dans une brasque silicifère, je l'ai attribuée au silicium. Pour savoir si le platine siliciuré est réellement exempt de carbure, on l'a placé dans un tube de porcelaine maintenu au rouge vif et traversé par un courant d'oxygène; dans aucun cas, on n'a recueilli d'acide carbonique dans les appareils condenseurs. Toujours le métal a augmenté de poids, par suite d'une oxydation du silicium qui y était combiné. J'ai cru devoir, comme contrôle, rechercher si le platine s'unirait au carbone, en le chauffant à de très-hautes températures dans une brasque épaisse de charbon ne renfermant pas la moindre trace de silice. Les expériences, qu'on avait toute raison de croire des plus simples, puisqu'il s'agissait uniquement de constater si le poids du métal augmentait, ont présenté néanmoins de singulières anomalies et révélé des faits assez inattendus, décrits dans mon Mémoire. Je me bornerai ici à en mentionner quelques-uns.

» Le platine en lames minces, chauffé au blanc éblouissant dans une brasque de charbon de sucre, n'éprouva aucune modification; le palladium fondit en un culot, offrant toutes les propriétés du métal pur.

» Les creusets en porcelaine vernissée qu'on avait employés résistaient mal aux températures excessives, ils se ramollissaient; plusieurs fois, ils en-

trèrent en fusion. On les remplaça par des creusets en terre réfractaire, supportant, sans être déformés, la chaleur à laquelle le fer devient liquide. On les enlevait aisément du foyer, si l'on avait pris la précaution de les poser sur des supports en magnésie. Dans les creusets de terre brasqués avec du charbon exempt de silice, le platine fut fortement altéré; dans certains cas il fondit après que son poids se fut accru de 0,02. Ce n'était pas du charbon qui était entré dans le métal, mais du silicium. . . . .

» Ainsi, à une haute température, dans un creuset de terre brasqué avec du charbon pur, le platine avait subi exactement les mêmes modifications que détermine du charbon auquel on a mêlé de la silice.

» Une série d'expériences a, dès lors, été exécutée pour étudier cette migration de la silice du creuset à travers une couche épaisse de brasque; je rapporterai un seul résultat.

» Pour que la silice présentât une grande surface au charbon et afin d'apprécier par la balance la quantité qui pénétrait dans le combustible, on plaça dans un creuset de terre des fragments de quartz hyalin d'une transparence parfaite et qu'on avait préalablement chauffés à un feu très-fort, pour en éliminer toutes les matières volatiles. Le creuset, rempli de charbon et fermé, était maintenu, pendant une heure, à une chaleur des plus intenses. Dans trois opérations, le quartz perdit plus de 0,01.

» Le charbon pur, après avoir été chauffé avec le quartz, a laissé de la silice après sa combustion, très-difficile d'ailleurs, comme il arrive à tout charbon qui a supporté une forte température. Les cendres ont pesé plus que le quartz disparu; c'est que le creuset avait apporté au charbon son contingent de matières minérales.

» Dans le platine siliciuré par cémentation ou par fusion dans un mélange de charbon et de silice, on n'a pas trouvé de carbone. Est-il permis d'en conclure définitivement que ce métal ne s'unit pas à ce combustible? Non, sans doute, parce qu'il pourrait arriver, ainsi qu'on l'a déjà dit, que la carburation ait lieu d'abord et qu'ensuite elle fût détruite par une réaction subséquente.. . . . .

» C'est ainsi que, en fondant un fer carburé au contact de la silice, une partie de carbone est remplacée par du silicium. Il y a toutefois ceci de particulier dans la fusion du platine en brasque silicifère, que le régule ne retient pas de carbone, bien que d'un côté il ait été formé au milieu de ce combustible, et que, de l'autre, il soit fort éloigné d'être saturé de silicium; en d'autres termes, et en admettant la possibilité de la carburation,

on n'aperçoit pas pourquoi il ne s'y rencontrerait pas à la fois du siliciure et du carbure, comme dans la fonte de fer . . . .

» Il y a là une présomption pour croire que le platine, et je puis ajouter le palladium, l'iridium et le ruthénium, ne se combine pas au carbone, du moins dans les conditions où j'ai opéré. Une expérience, que je considère comme décisive, parce que l'on évite, en l'exécutant, l'intervention accidentelle de la silice des creusets, établirait que le platine ne s'unit pas au carbone. Cette expérience consiste à remplir de charbon pur (exempt de cendres) un creuset neuf en platine, ayant un couvercle ajusté à frottement, et à le chauffer à une température approchant de la limite de la fusion du métal. Le platine ne subit pas la moindre altération, son poids reste ce qu'il était avant la mise au feu; du moins la perte que l'on constate ne dépasse pas 0,0002.

» La siliciuration du platine chauffé dans une brasque silicifère ne saurait donc dépendre d'une réaction qu'exercerait un carbure sur la silice. Il devenait alors assez naturel de supposer que, à de hautes températures, le carbone réduisait la silice et que la brasque, pendant la calcination, contenait du silicium libre, dont le platine s'emparait.

» C'est ce que j'ai cherché à vérifier par une série d'expériences, en chauffant à une température intense, dans un creuset en terre fermé, des mélanges de charbon de sucre et de silice qu'on laissait refroidir, après la calcination, dans un courant soutenu de gaz hydrogène, afin d'empêcher l'accès de l'air qui aurait pu brûler du silicium : le mélange était alors analysé.

» Avant de peser la matière sur laquelle on allait opérer, et que contenait une nacelle en porcelaine vernissée, on la maintenait dans le vide, à une température de 100 degrés, pour en expulser l'hydrogène qui avait dû s'y condenser durant le refroidissement. On laissait ensuite entrer de l'air sec dans le tube où le vide avait été fait, et la nacelle avec la matière, enfermée dans un étui en verre, était portée sur la balance.

» C'est la combustion qui devait décider si la brasque silicifère renfermerait du silicium après la calcination. En effet, si la silice s'y trouvait à l'état où elle avait été introduite, s'il n'y avait pas eu réduction, le carbone, l'hydrogène dosés, la silice résidue devaient peser ensemble autant que la matière sur laquelle on opérait. Si, au contraire, il y avait eu apparition de silicium, on aurait alors un excès de poids représentant l'oxygène fixé pour transformer le métalloïde en silice. J'ai adopté, sans y rien chan-

ger, le procédé suivi par MM. Dumas et Stas pour brûler le diamant; je n'ai donc pas à en faire la description.

» Quatre analyses ont montré clairement que, dans du charbon mêlé à de la silice, soumis à une température égale, supérieure même à celle de la fusion du fer, et refroidi dans une atmosphère d'hydrogène, il n'y a pas de silicium. Cependant il est constant que, si du platine eût été mis dans cette brasque pendant la calcination, il aurait acquis du silicium; serait-ce par une affinité prédisposante que ce métal provoquerait l'apparition du métalloïde? On connaît, au reste, plusieurs cas dans lesquels le carbone semble réduire la silice par l'intervention d'un corps apte à s'unir au silicium : par exemple, à la chaleur rouge, le chlore n'agit ni sur le carbone, ni sur la silice, pris isolément; et cependant, si les deux substances sont réunies, il y a formation de chlorure de silicium, ce qui implique naturellement une réduction d'acide silicique. Le chlorure, étant volatil, est déplacé aussitôt après qu'il est constitué; de sorte que le mélange de charbon et de silice se trouve toujours en présence du chlore.

» Dans la siliciuration du platine, les conditions sont différentes. Les réactions ont lieu entre trois corps doués d'une grande fixité : le platine, le carbone, la silice; le produit n'est pas volatil. Aussi, pour trouver de l'analogie entre cette siliciuration et celle du chlore, il faut supposer que la réduction de la silice s'arrêterait aussitôt que la molécule de silice serait entourée d'une faible auréole de silicium empêchant son contact avec l'agent réducteur, et que, si elle continue, c'est que, le métal absorbant du silicium à mesure qu'il devient libre, la silice ne cesse pas d'être en contact avec le charbon. Ainsi, dans la préparation du chlorure silicique, la siliciuration ne serait pas interrompue parce que le siliciure formé est volatil; dans la préparation du siliciure de platine, parce que le silicium réduit s'unit immédiatement au métal. Il y a toutefois à objecter à cette explication que des analyses précises n'ont pu révéler l'existence du silicium libre dans la brasque silicifère après qu'on l'eut soumise à des températures excessives; de sorte qu'en s'en tenant aux faits observés dans le cours des expériences, on est uniquement autorisé à conclure que la présence de silicium libre ne devient manifeste dans un mélange de silice et de charbon porté à l'incandescence qu'autant qu'il s'y rencontre du platine ou du chlore. Il ne resterait plus qu'à invoquer une action de présence, une affinité prédisposante, justifiant cette phrase banale reproduite dans les traités de Chimie : La silice est décomposée par le carbone en présence du chlore.

» La silice portée à un haut degré de chaleur passe dans le charbon pur

quand elle le touche, déplacement tendant à la faire considérer comme ayant une certaine tension. La volatilité ne suffirait pas, d'ailleurs, pour expliquer la siliciuration; il faudrait, en outre, démontrer que le platine ou le chlore enlève le silicium et la vapeur d'acide silicique. Quant au platine, j'ai établi qu'il n'éprouve pas la moindre altération, lorsqu'on le chauffe avec du quartz hyalin ou avec de la silice très-divisée.

» Des faits observés dans le cours de ces recherches il résulterait :

» 1° Que, dans les conditions où l'on a opéré, le platine, le palladium, l'iridium, le ruthénium, chauffés au rouge dans du charbon, n'ont pas été carburés;

» 2° Qu'à une température très-élevée la silice est réductible par le carbone;

» 3° Que, dans un mélange de charbon et de silice (brasque silicifère) chauffé au blanc, et dans lequel on introduit du platine pour le transformer en siliciure, ou à travers lequel on dirige un courant de chlore pour obtenir du chlorure silicique, le platine, le chlore n'exercent pas une action de présence déterminant la réduction de la silice, que leur rôle se borne à s'emparer du silicium, au fur et à mesure qu'il est mis en liberté par le carbone;

» 4° Que si, en calcinant à une haute température de la silice mêlée à du charbon, on ne trouve pas de silicium libre dans le mélange après son refroidissement à l'abri de l'air, c'est que, pendant la calcination, ce métalloïde est entraîné par des gaz dans lesquels domine probablement l'oxyde de carbone, sa stabilité ne paraissant pas absolue; et la preuve, c'est qu'on parvient à le saisir, en maintenant au-dessus de la brasque d'où il émane, à une distance de 1 centimètre, une lame en platine qui le retient à l'état de siliciure. »

HYDROLOGIE. — *Sur la crue de la Seine de février-mars 1876.* Note de M. **Belgrand**.

« Je ne reviendrai pas sur ce que j'ai dit du régime de la Seine; je l'ai déjà fait connaître dans un ouvrage intitulé : *la Seine, Études hydrologiques*, et dans plusieurs Mémoires dont quelques-uns ont été imprimés dans les *Comptes rendus* (1). Je dois cependant, avant de parler de la crue con-

(1) *Voir* notamment les *Comptes rendus* des 9 et 16 octobre 1872, des 10 mars, 21 avril et 19 mai 1873, etc.

sidérable qui s'écoule en ce moment, rappeler sommairement ce que j'ai dit ailleurs du mode d'écoulement des crues de ce fleuve.

» Le bassin de la Seine contient 19440 kilomètres carrés de terrains imperméables et 59210 kilomètres carrés de terrains perméables. Les eaux pluviales ruissellent à la surface des terrains imperméables et produisent toujours le maximum des crues à Paris; les eaux pluviales absorbées par les terrains perméables alimentent de très-nombreuses sources qui éprouvent aussi des crues considérables, surtout dans les terrains oolithiques, mais qui sont un peu retardées et arrivent à Paris quelques jours après le maximum produit par les crues de superficie.

» La crue du fleuve est donc soutenue à un niveau élevé pendant plusieurs jours par celle des sources, et si, dans cet intervalle de temps, les affluents éprouvent une seconde croissance, elle produit, à Paris, un nouveau maximum plus élevé que le premier; une troisième crue, survenue quelques jours après, produit un effet analogue, de sorte que le fleuve peut croître pendant des mois entiers sous l'action de plusieurs crues successives de ses affluents sans qu'on puisse jamais prévoir le moment où cette croissance s'arrêtera. Il en est tout autrement dans les bassins du Rhône, de la Loire et de la Garonne : les crues sont très-habituellement le résultat d'un seul phénomène météorologique, et elles sont beaucoup plus désastreuses que celles du fleuve parisien, parce que, leur durée étant très-courte, leur débit par seconde est énorme.

» La crue qui passe en ce moment sous les ponts de Paris a été produite par six crues des affluents, et une septième, actuellement en route, la fera monter encore. Chaque crue des affluents fait croître le fleuve à Paris pendant trois à quatre jours, de sorte qu'avec un service télégraphique bien organisé on peut prévoir le maximum d'une crue trois ou quatre jours à l'avance. Nous avons annoncé, M. Lemoine et moi, les montées partielles produites à l'échelle du pont d'Austerlitz par chacune des six dernières crues des affluents, et notamment celle qui aura lieu jeudi prochain, 16 mars courant.

» Le fleuve a commencé à croître le 16 février, il marquait alors :

A l'échelle du pont d'Austerlitz........................	$0^m,80$
A l'échelle du pont Royal (retenue du barrage de Suresnes).	$1^m,50$

» Dans la nuit dernière il s'est élevé :

Au pont d'Austerlitz, à..................................	$5^m,90$
Au pont Royal, à...	$6^m,70$

» Il est resté à 20 centimètres au-dessous de la crue du 18 octobre 1872,

et à $1^{m},70$ au-dessous de la crue du 3 janvier 1802, la plus grande du siècle.

» Jeudi, d'après nos prévisions, il doit s'élever :

Au pont d'Austerlitz, à........................... $6^{m},50$

et dépassera de $0^{m},40$ la crue de 1872. Ce sera un phénomène véritablement désastreux.

» Je dois dire que jamais nous n'avons appliqué nos formules empiriques à la détermination d'un maximum aussi élevé. Il est donc possible que nos prévisions ne se réalisent pas complétement et j'en serais très-heureux.

» Je ne puis entrer ici dans de grands détails sur les désastres déjà produits dans l'enceinte de la ville par ce débordement. Les caves des rues basses sont envahies depuis plusieurs jours; les deux quais de Bercy et d'Ivry sont couverts d'eau; la hauteur de la submersion du quai de Bercy est de $1^{m},30$. La rue Watt est également noyée sous le pont du chemin de fer d'Orléans. Il en serait de même de la rue Hérold à Auteuil, si nous n'avions pris des mesures qui ont abaissé le niveau de l'eau, et qui, j'en suis convaincu, peuvent être appliquées ailleurs. La rue de Bercy et les rues basses de Grenelle sont aussi submergées. Si ces détails intéressent l'Académie, je pourrai faire connaître mon système lorsque l'expérience de la rue Hérold sera complète.

» On nous reproche tous les jours d'annoncer les crues au pont d'Austerlitz : nous ne pouvons faire autrement, le niveau des autres ponts situés au-dessous étant influencé par la retenue du barrage de Suresnes. Mais lorsque ce barrage est couché, c'est-à-dire lorsque les crues s'élèvent entre $1^{m},50$ et 2 mètres, on peut facilement calculer la hauteur probable de la crue à un pont quelconque, entre les ponts de Bercy et d'Iéna, au moyen de la montée que nous annonçons au pont d'Austerlitz. En effet, la montée produite par une crue des affluents varie très-peu à chaque pont. Il suffit donc de prendre sur notre bulletin la différence entre la cote du jour et la cote annoncée au pont d'Austerlitz, et de l'ajouter à la cote du jour du pont que l'on considère : on a ainsi la cote probable de la crue à ce pont.

» *Exemple.* — La cote de l'échelle du pont d'Austerlitz était, lundi dernier, à 8 heures du matin, $5^{m},90$; nous avons annoncé que le fleuve monterait, le jeudi 16, à $6^{m},50$: différence, $0^{m},60$.

» Lundi, la cote du pont Royal était $6^{m},70$; ajoutant à cette cote la différence trouvée, $0^{m},60$, on a, à la cote probable de jeudi à ce pont, $7^{m},30$. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Observations à propos de la dernière Communication de M.* H. Resal, « *sur les chemises de vapeur des cylindres des machines* ». Note de M. **A. Ledieu.**

« Dans la Communication dont il s'agit, l'éminent académicien s'est proposé de rendre compte de l'économie unanimement accordée aujourd'hui à l'emploi des chemises de vapeur. Il a comparé pour cela deux machines fonctionnant à même pression, même degré d'humidité de la vapeur admise et égale détente, mais n'ayant l'une qu'une enveloppe sèche, tandis que la seconde possède en outre une chemise de vapeur.

» En lisant attentivement l'exposé de M. Resal, on voit que ses calculs reposent sur les suppositions suivantes, énoncées plus ou moins implicitement :

» 1° Dans la machine sans chemise, la vapeur se détend adiabatiquement.

» 2° Dans la machine avec chemise, elle se détend suivant la loi de Mariotte.

» 3° Dans l'une et l'autre machine, le degré d'humidité de la vapeur au commencement de la détente est le même; et de plus il est égal à celui du fluide à son entrée dans le cylindre.

» 4° *Toute* l'eau qui se trouve dans le cylindre à la fin de la détente a le temps de se vaporiser pendant l'évacuation.

Les hypothèses précédentes ne peuvent être regardées que comme propres à deux cas extrêmes, pour ainsi parler théoriques, donnant un simple aperçu du rôle des chemises, et du reste traités par l'auteur de la Communication avec l'élégante habileté qui caractérise ses travaux. Mais si nous nous plaçons à un point de vue exclusivement pratique, ces hypothèses soulèvent de notre part les objections suivantes :

» Pour la supposition 1°, nous rappellerons qu'il a été établi *expérimentalement* dans une de nos Communications antérieures à l'Académie, reproduite page 261 et suivantes de notre Traité des *Nouvelles machines marines*, que, dans les appareils sans chemise de vapeur, la courbe de détente pratique n'est jamais l'adiabatique correspondant au degré d'humidité de la vapeur se détendant, et que la plupart du temps elle s'en écarte tellement qu'elle se trouve même plus exhaussée que la courbe de Mariotte. Cet effet est dû à l'*intervention calorifique inévitable* des parois des cylindres, lesquelles sont aptes à céder une plus ou moins grande quantité de calorique au fluide qui se détend.

» La supposition 2° se rapproche davantage de la réalité, et peut être admise dans bien des cas.

» La supposition 3° est sujette à la même réserve que la supposition 1°. Les dernières expériences de M. Hirn démontrent, en effet, d'une manière incontestable, que, dans toutes les machines possibles, aussi bien avec que sans chemise de vapeur, il y a toujours pendant l'introduction une certaine condensation du fluide admis, due à son premier contact avec les parois du cylindre. Cette condensation est considérable dans les machines sans chemise, et peut y atteindre jusqu'à 60 pour 100 du poids de vapeur dépensé à la chaudière. Dès lors le degré d'humidité de la vapeur au commencement de la détente n'est pas, en principe, le même qu'à l'entrée du fluide dans le cylindre; de plus il ne saurait posséder une égale valeur dans les machines avec chemise que dans les machines sans chemise.

» Enfin, pour la supposition 4°, il y a lieu de remarquer que la quantité d'eau qui a le temps de se vaporiser pendant l'évacuation dépend de la surface interne du cylindre, de la différence entre la température de cette surface et celle du condenseur, enfin de la durée de l'évacuation, et, par suite, de la vitesse de rotation de la machine. On ne saurait donc accepter d'une manière générale que, quelle que soit la quantité de liquide présente au cylindre à la fin de la détente, cette quantité aura toujours le temps de se vaporiser intégralement pendant l'évacuation.

» Si le lecteur a bien compris nos diverses objections, et s'il les trouve fondées, il conclura que les phénomènes thermiques concernant les cylindres des machines à vapeur demandent une étude des plus attentives, tant ils sont complexes.

» M. Hirn, dans le tome II de la nouvelle édition de sa *Théorie mécanique de la chaleur* (1876), vient de faire faire un grand pas à cette étude. Il a analysé les phénomènes dont il s'agit avec une remarquable précision et une délicatesse extrême, en s'appuyant sur toute une série d'expériences incontestables. Nous nous étions déjà livré, de notre côté, à une étude analogue. Aussi, grâce aux derniers travaux de M. Hirn, joints à nos propres investigations, nous espérons être parvenu à traiter classiquement la question si importante de l'action calorifique des parois des cylindres dans les machines à vapeur, question qui comprend incidemment l'explication rationnelle et *complète* du rôle des chemises de vapeur. Nous comptons avoir l'honneur de soumettre sous peu à l'Académie les résultats de nos recherches sur cet intéressant sujet. »

HYDRAULIQUE — *Note concernant les tuyaux de conduite*; par M. P. Boileau.

« Dans un travail dont je présente aujourd'hui plusieurs résultats, j'ai déduit des observations concernant les vitesses de l'eau conduite par un tuyau des propriétés qui s'ajoutent pour ce cas aux notions, soit sur les courants fluides en général, soit particulièrement sur les canaux et les rivières, que j'ai fait antérieurement connaître (*). Un éminent ingénieur, M. Darcy, a effectué dans des tuyaux en fonte de l'observatoire hydraulique qu'il avait établi en 1849 à Chaillot (**) plusieurs séries de mesures de vitesse dont il a déduit la relation

$$V - v = K \frac{\sqrt{i}}{R} y^{\frac{3}{2}};$$

v étant la vitesse des filets liquides situés à une distance y de l'axe des tuyaux, V celle qui a lieu dans l'axe, R le rayon de la paroi, i la pente piézométrique ou perte de chute sur l'unité de longueur, et K un coefficient numérique constant. Postérieurement, dans un important Mémoire (***), M. Levy a montré que les résultats d'observation précités pourraient être aussi bien représentés par la formule

$$V^2 - v^2 = N i y^{\frac{3}{2}},$$

N étant comme K un coefficient constant.

» 1. On conçoit que les valeurs expérimentales des vitesses puissent satisfaire à deux relations aussi différentes, lorsqu'on remarque que ces vitesses n'ont été observées qu'en trois points de la section liquide, savoir : au centre, au tiers et aux deux tiers environ du rayon. Pour déduire quelques notions plus certaines des expériences dont il s'agit, les seules que l'on connaisse au sujet du mouvement des nappes (****) fluides dans les tuyaux à

(*) Voir la Notice sur mes travaux, publiée en mars 1873.

(**) Voir l'ouvrage intitulé : *Recherches expérimentales relatives au mouvement de l'eau dans les tuyaux*; par Henri Darcy. Paris, 1857.

(***) *Thèses présentées à la Faculté des Sciences*; par M. Maurice Levy, ingénieur des Ponts et Chaussées. Paris, 1867.

(****) Je nomme *nappe* une zone fluide d'une épaisseur égale à celle des molécules augmentée de la distance intermoléculaire, et qui se compose de toutes les molécules animées d'une même vitesse de translation. La considération de ces éléments duvolume des courants est basée sur une découverte expérimentale de l'ingénieur Baumgarten. (Voir les *Annales des Ponts et Chaussées*, année 1847.)

section circulaire, j'ai considéré les quotients U du débit des courants dans l'unité de temps par l'aire de leur section plane transversale, quotients que les hydrauliciens nomment *vitesses moyennes* et les valeurs des vitesses V données par M. Darcy sur des lieux géométriques tracés avec soin; ces valeurs étant des maxima présentent une grande probabilité d'exactitude, et celles de U, ayant été obtenues au moyen d'un bassin de jaugeage solidement construit, sont au moins aussi sûres.

» 2. *Première propriété.* — J'ai reconnu que le rapport $\frac{V-U}{\sqrt{i}}$ est constant pour un même tuyau, et que, d'une conduite à l'autre, il augmente avec le diamètre; les quantités V, U, i (*) et R variant entre des limites étendues, les résultats du calcul ne laissent aucun doute à cet égard. Voici ceux que j'ai obtenus pour le plus gros et le plus petit tuyau :

Diamètre $0^m,500$.				Diamètre $0^m,188$.			
i.	U.	V.	$\frac{V-U}{\sqrt{i}}$.	i.	U.	V.	$\frac{V-U}{\sqrt{i}}$.
m	m	m		m	m	m	
0,00060	0,475	0,568	3,789	0,00368	0,758	0,878	1,977
0,00125	0,795	0,929	3,789	0,00805	1,128	1,305	1,973
0,00260	1,120	1,313	3,789	0,01340	1,488	1,716	1,970
				0,02250	1,933	2,229	1,973
				0,03810	2,506	2,891	1,973
				0,10980	4,323	4,976	1,971
						Moyenne....	1,973

» En résumé, pour les quatre conduits dont la paroi intérieure était sans dépôts, j'ai obtenu les valeurs suivantes :

$\frac{V-U}{\sqrt{i}}$	1,973	2,173	2,355	3,789,
Diamètre..........	$0^m,188$	$0^m,2447$	$0^m,2970$	$0^m,500$.

» Le second tuyau avait d'abord un mince dépôt intérieur qui ne réduisait son diamètre qu'à $0^m,2432$, et, dans cet état, on avait fait une série

(*) Les valeurs de la perte de chute i résultaient des différences de hauteur des colonnes liquides de piézomètres extérieurs, répartis sur une grande longueur des tuyaux; néanmoins elles ne sont pas entièrement exemptes d'irrégularité, par suite des oscillations continuelles de ces colonnes.

d'observations de vitesses qui donne, pour le rapport précité, la valeur 3,284; ainsi ce rapport augmente avec la rugosité des parois.

» 3. La propriété qui vient d'être établie justifie, mais seulement en ce qui concerne les quantités v, V et $\sqrt{i}$, la formule de M. Darcy; en effet, la vitesse de l'une des nappes liquides est nécessairement égale à U dans chaque courant; de sorte que, si r désigne le rayon de cette nappe, la relation entre les vitesses et les distances à l'axe du tuyau doit être de la forme

$$V - v = \gamma \sqrt{i} f\left(\frac{y}{r}\right),$$

γ étant le rapport précité, et $f\left(\frac{y}{r}\right)$ une fonction qui devient nulle pour $y = 0$, et se réduit à l'unité pour $y = r$: or ces deux conditions conduisent à

$$f\left(\frac{y}{r}\right) = \left(\frac{y}{r}\right)^n + C\left[\left(\frac{y}{r}\right)^p - \left(\frac{y}{r}\right)^q\right] + \ldots \quad \text{ou à} \quad f\left(\frac{y}{r}\right) = \left(\frac{y}{r}\right)^n,$$

et, si l'on observe que y est plus petit que r dans une partie de la section fluide, tandis que le contraire a lieu dans l'autre partie, on voit que la première expression n'est pas admissible. Nous sommes donc maintenant assurés que la relation entre les vitesses et les rayons des nappes liquides est, en désignant par n l'exposant à déterminer,

$$(1) \qquad v = V - \frac{\gamma}{r^n}\sqrt{i}\, y^n,$$

au moins pour les cas analogues à celui des expériences de M. Darcy, c'est-à-dire quand le régime est uniforme et que le calibre des tuyaux n'est pas faible (*), conditions qui sont celles d'une pratique éclairée.

» 4. *Expression de la vitesse moyenne.* — Nous avons

$$U = \frac{2}{R}\int_0^R v y\, dy = V - \frac{2}{n+2}(V - w),$$

d'après l'équation (1), et en désignant par w la vitesse de la nappe liquide en contact avec la paroi, nappe pour laquelle on peut faire $y = R$.

» 5. *Deuxième propriété.*—Il résulte de l'expression précédente de U et

(*) J'indiquerai postérieurement la modification qu'exigent, pour le cas des petits calibres, les phénomènes qui s'accomplissent dans une zone fluide contiguë aux parois, zone dont mon Mémoire de l'année 1868 a fait connaître les principales propriétés.

de la première propriété, que

$$\gamma\sqrt{i} = \frac{2}{n+2}(V - w),$$

d'où

$$i = \frac{A}{\gamma^2}\frac{(V-w)^2}{2g},$$

A représentant le quotient de $8g$ par $(n+2)^2$, c'est-à-dire un nombre entièrement constant. Ainsi, la perte de chute sur l'unité de longueur d'un tuyau de conduite à régime uniforme est proportionnelle à la hauteur due à la différence entre la plus grande et la plus petite des vitesses des filets liquides, dans un rapport qui ne varie qu'avec le rayon et la rugosité de la paroi, en sens inverse de l'un et de l'autre.

» 6. *Corollaire.* — Soient δ le poids de l'unité de volume du courant, et f la résistance de l'unité de surface de la paroi au mouvement de translation, résistance que je nomme *intensité du frottement;* on a, le régime du courant étant uniforme,

$$f = \tfrac{1}{2}\delta R i,$$

de sorte que la hauteur due à la différence entre la plus grande et la plus petite vitesse de translation est proportionnelle, pour un même rayon de la paroi des tuyaux, à l'intensité du frottement du fluide sur cette paroi.

» 7. *Troisième propriété.*—En faisant, dans l'équation (1), $v = w$, $y = R$, et comparant la valeur de i qui en résulte à celle qui a été posée au n° 5, on voit que

$$\frac{r}{R} = \sqrt[n]{\frac{2}{n+2}}.$$

Ainsi, le rayon de la nappe dont la vitesse de translation est égale à la vitesse moyenne du courant est proportionnel à celui du tuyau, dans un rapport qui ne dépend que du degré de l'équation exprimant la loi de distribution des vitesses.

» 8. *Loi des vitesses.* — En portant dans (1) la valeur de r^n, on obtient

$$v = V - \left(\frac{n}{2}+1\right)\gamma\sqrt{i}\left(\frac{y}{R}\right)^n.$$

Enfin, d'après mes recherches, on peut prendre

$$\gamma = aR^{\frac{1}{4}} + bR^{\frac{5}{2}},$$

a et b étant des nombres qui ne varient qu'avec la rugosité de la paroi. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de préparer une liste de candidats à la place d'Associé étranger, laissée vacante par le décès de M. *Ch. Wheatstone.* Cette Commission doit se composer de trois Membres pris dans les Sections de Sciences mathématiques, de trois Membres pris dans les Sections de Sciences physiques et du Président de l'Académie.

Les Membres qui ont obtenu la majorité des suffrages sont, dans les Sections de Sciences mathématiques, MM. Chasles, Bertrand, Morin; dans les Sections de Sciences physiques, MM. Milne Edwards, Dumas, Boussingault. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Cl. Bernard, Chevreul, Becquerel, Fizeau. La Commission se composera donc de M. le vice-amiral Pâris, Président en exercice, et de MM. Chasles, Bertrand, Morin, Milne Edwards, Dumas et Boussingault.

MÉMOIRES LUS.

ANALYSE. — *Sur les équations linéaires du second ordre dont les intégrales sont algébriques;* par M. **C. Jordan.**

« L'un des derniers numéros du Journal de Borchardt contient un Mémoire de M. Fuchs, où cet habile géomètre s'est proposé de déterminer les divers types d'équations linéaires du second ordre

$$\frac{d^2u}{dz^2} + f(z)\frac{du}{dz} + f_1(z)u = 0,$$

dont l'intégrale générale est algébrique. A cet effet, après avoir transformé l'équation proposée de manière à faire disparaître le terme en $\frac{du}{dz}$, il établit, par des considérations fondées sur la théorie des covariants, qu'en désignant par x, y deux intégrales particulières de l'équation transformée, il existera dans chaque cas une fonction entière et homogène $\varphi(x, y)$, d'un degré d non supérieur à 12, qui soit racine d'une équation binôme, ayant pour second membre une fonction synectique de z.

» Dans le Mémoire que nous avons l'honneur de présenter à l'Académie, nous traitons cette même question par une méthode toute différente, fon-

dée sur la théorie des substitutions. Notre analyse confirme, en les précisant davantage, les résultats obtenus de M. Fuchs. Nous montrons, en effet, que les types cherchés se réduisent à trois correspondant respectivement aux valeurs 1, 2, 6 du nombre d, et nous formulons le théorème suivant :

» Théorème. — *Si l'intégrale générale d'une équation linéaire du second ordre est algébrique, elle sera de la forme* $Cx + C'y$, *les intégrales particulières* x *et* y *étant :*

» *Soit des racines d'équations binômes* $x^m = A$, $y^n = B$, A *et* B *étant synectiques par rapport à la variable* z (premier type);

» *Soit des racines d'une même équation trinôme*

$$x^{2m} + Ax^m + B = 0,$$

où A *et* B *sont synectiques en* z (deuxième type);

» *Soit enfin les racines d'une équation trinôme où* A *et* B *sont des fonctions synectiques de* z *et des racines* ξ_1, ξ_2, ξ_3 *d'une équation du troisième degré*

$$\xi^3 + \alpha\xi^2 + \beta\xi + \gamma = 0,$$

à coefficients synectiques en z (troisième type).

» On arrive à ce résultat par les considérations suivantes :

» On sait que les intégrales d'une équation linéaire du second ordre forment un système doublement infini et s'expriment linéairement en fonction de deux d'entre elles x et y. Si l'on fait décrire à la variable z un contour fermé enveloppant des points critiques, lorsque l'on reviendra au point de départ, x et y auront été changées en d'autres intégrales $ax + by$, $cx + dy$. Décrire ce contour revient donc à effectuer la substitution

$$| x, y \quad ax + by, cx + dy |.$$

» L'ensemble des substitutions correspondant aux différents contours que z peut décrire dans le plan formera un groupe, qu'on peut appeler le *groupe de l'équation différentielle.*

» Pour que l'équation proposée ait son intégrale générale algébrique, il faut et il suffit que son groupe ne contienne qu'un nombre fini de substitutions. Le problème peut donc se formuler ainsi :

Trouver tous les groupes qu'on peut former avec un nombre fini de substitutions linéaires à deux variables.

» La question ainsi posée devient fort analogue à celle de trouver les polyèdres réguliers, laquelle peut s'énoncer sous cette forme analytique :

Trouver tous les groupes qu'on peut former avec un nombre fini de substitutions orthogonales à trois variables.

» Soit G l'un des groupes qu'il s'agit de construire. On peut répartir ses substitutions en classes, en groupant ensemble celles qui seraient réduites simultanément à la forme canonique par un même changement linéaire opéré sur les variables.

» On démontre que *le nombre des classes ne peut surpasser trois*. Ce point établi, une discussion facile donnera pour le groupe G les trois types suivants :

» *Premier type.* — Toutes les substitutions de G sont de la forme

$$| x, y \quad ax, by, |.$$

» *Deuxième type.* — G contient des substitutions de la forme précédente jointes à une autre substitution de la forme

$$| x, y \quad y, cx |.$$

» *Troisième type.* — G est dérivé des trois substitutions

$$\begin{aligned} S &= | x, y \quad \theta x, \theta y |. \\ T &= \left| x, y \quad \theta^{\frac{\alpha\beta}{2}} j^{\alpha} x, \theta^{\frac{\alpha\beta}{2}} j^{-\alpha} y \right|, \\ U &= \left| x, y \quad \theta^{\frac{\gamma}{3}} \frac{1 - j^2}{2}(x - y), \theta^{\frac{\gamma}{3}} \frac{1 + j^3}{2}(x + y) \right|, \end{aligned}$$

où θ est une racine primitive d'une équation binôme de degré pair $\theta^{2\mu} = 1$, α l'un des deux nombres 1 ou 2, β l'un des nombres 0 ou 1, γ l'un des nombres 0, 1, 2. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ASTRONOMIE. — *Sur le passage de Vénus du 9 décembre 1874*; par M. **Ch. André.**

(Renvoi à la Commission du Passage de Vénus.)

« J'ai montré (1), par la comparaison des valeurs obtenues pour les diamètres de Vénus et de Mercure, lors de leur passage sur le Soleil d'une part, et dans les circonstances ordinaires d'autre part, que ces diamètres étaient toujours plus petits dans le premier cas que dans le second, et qu'ils décroissaient alors (ils croissent dans le second cas) suivant une loi déter-

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*; 17 janvier 1876.

minée, à mesure que diminuait l'ouverture de la lunette employée. Quelque convaincants que fussent les nombres que je citais, il était bon de soumettre cette conclusion à un contrôle expérimental, fait dans des conditions où l'on fût complétement à l'abri de toutes les causes d'erreurs qui peuvent altérer les mesures faites par l'observateur le plus consciencieux dans les circonstances émouvantes du passage.

» Disposant, dans les caves de l'École Normale, d'une chambre noire de 100 mètres de long, il m'était possible d'observer avec une lunette de 10 centimètres d'ouverture et $1^{m},24$ de foyer, dont je diaphragmais l'objectif jusqu'à $1^{c},7$.

» J'ai employé les deux procédés suivants :

» 1° Mesurer le diamètre d'une fente large, pratiquée dans une lame de cuivre argentée et polie sur une de ses faces, qu'on éclairait vivement : tantôt par derrière, ce qui donnait une fente brillante sur fond obscur (planète observée sur le fond du ciel); tantôt par réflexion sur sa face polie, ce qui donnait une fente obscure sur champ lumineux (planète observée sur le disque solaire).

» 2° Mesurer les intervalles compris entre les bords de deux fentes larges vivement éclairées par derrière, pratiquées dans un écran opaque et séparées l'une de l'autre par un intervalle sensiblement égal à leur largeur.

» L'expérience m'a conduit aux résultats suivants :

Plaque argentée.

Ouverture en centimètres.	Éclairage direct.	Éclairage réfléchi.	Différence des diamètres observés.	Différence des diamètres calculés.
	"	"	"	"
1,7	44,04	28,22	15,82	15,68
4,9	38,78	32,62	6,16	5,33

Double fente.

Ouverture en centimètres.	Diamètre extérieur.	Diamètre intérieur.	Différence des diamètres pour les deux ouvertures.	observés.	calculés.
	′ ″	″		″	″
1,7	2.13,59	33,39	6,5 — 1,7	4,99	5,77
2,9	2. 9,68	36,60	6,5 — 2,9	3,56	3,17
6,5	2. 8,58	38,35			

» Le diamètre apparent d'un astre (assez brillant) varie donc avec l'ouverture de l'instrument dans lequel on l'observe.

» Parmi les conséquences qui découlent de cette loi, il en est deux qu'il me paraît convenable de mettre en lumière dès aujourd'hui.

» 1° Les lunettes méridiennes que la Commission du passage de Vénus

avait confiées à ses astronomes, et celles que le Dépôt de la Marine met entre les mains de ses ingénieurs et des officiers de la flotte, sont des lunettes de MM. Brünner frères, de 6 centimètres d'ouverture. Le diamètre de la Lune, observé dans un pareil instrument, est donc plus grand de $1^m,86$ que celui qui aurait été mesuré avec une lunette de *très-grande ouverture;* de sorte que, si, comme le fait peut se présenter souvent dans le cours d'une campagne hydrographique, on a déterminé la longitude d'une station avec des observations de passages du premier bord de la Lune (première moitié de la lunaison) et celle d'une autre station avec des observations du second bord de notre satellite (deuxième moitié de la lunaison), il arrivera que, par le fait seul de l'instrument employé, à cause de la diffraction instrumentale et indépendamment de la distance réelle des deux points, la longitude de cette seconde station différera de la première de $3^s,52$, soit, en chiffres ronds, à peu près *quatre secondes de temps.*

» De même, si, avec l'instrument dont je viens de parler, on détermine la longitude d'un point par la comparaison des heures du passage de la Lune en cette station et dans un observatoire fixe où l'on se sert d'une lunette d'ouverture considérable, par exemple le grand instrument méridien de 24 centimètres de l'Observatoire de Paris, il faut apporter au nombre trouvé une *correction de diffraction instrumentale* égale dans ce cas à $1^s,2$ et qui change de signe, suivant que le bord bien terminé de la Lune se présente le premier ou le second dans le champ de la lunette.

» 2° L'un des meilleurs moyens astronomiques indirects que l'on puisse employer pour déterminer la parallaxe solaire consiste à la déduire de l'*inégalité parallactique* de la Lune, dont elle est environ le quinzième. Or, dans un Mémoire récent, et qui fait loi aujourd'hui, M. Newcomb, se fondant sur des expériences de Robinson, ancien directeur de l'Observatoire d'Armagh, et sur la discussion faite par M. Breen, des occultations observées à Greenwich de 1830 à 1845, augmente cette inégalité parallactique de $1'',1$, pour tenir compte de l'élargissement qu'éprouve le diamètre de la Lune par suite de l'*irradiation*, lorsqu'on l'observe au milieu de la nuit, au moment de son maximum d'éclat.

» Mais les expériences dont je viens de citer quelques résultats démontrent, une fois de plus et de la façon la plus nette, que ce phénomène d'irradiation n'existe pas et que les différences observées par M. Breen doivent être interprétées autrement. Il faut donc supprimer cette correction de $1'',1$; ce qui revient à diminuer de $0'',07$ la parallaxe $8'',844$, que M. Newcomb déduit de l'inégalité parallactique.

» De plus, pour obtenir la valeur de l'inégalité parallactique, et par suite la parallaxe solaire, avec toute l'exactitude possible, il convient de faire entrer dans la discussion les groupes seuls d'observations où, soit aux environs de la conjonction, soit aux environs de l'opposition, les *deux bords* de la Lune ont été observés le *même nombre* de fois; dans le cas contraire, il faut affecter chaque observation d'une *correction de diffraction instrumentale*, qui change de signe avec le bord observé, et qui, pour les anciens instruments méridiens de Paris, Greenwich et Washington ($0^m,12$ à $0^m,15$ d'ouverture), atteindrait à peu près une demi-seconde d'arc. Elle s'élèverait à plus d'une seconde, si l'on se servait des observations faites à Greenwich de 1762 à 1816, avec la lunette méridienne de Bird ($0^m,067$ d'ouverture).

» Ainsi, dès que l'on veut obtenir la parallaxe solaire avec une approximation de deux ou trois centièmes de seconde, on rencontre toujours des difficultés de même ordre; et il me paraît probable que l'observation directe des contacts de Vénus et du Soleil conduira à des résultats au moins équivalents à ceux que donnent les autres méthodes, à la condition que, partant d'un principe opposé à celui qu'a suivi Encke pour les passages de 1761 et 1769, on cherche non pas à utiliser le plus grand nombre possible d'observations, mais à séparer d'abord, par une discussion physique très-sévère, celles que l'on doit faire entrer seules dans le calcul. »

VITICULTURE. — *Sur les œufs des Phylloxeras;* par M. LICHTENSTEIN.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Quand, au mois d'octobre dernier, MM. Balbiani et Riley présentaient, l'un à l'Académie des Sciences de Paris et l'autre à celle de Saint-Louis du Missouri, deux Mémoires qui, par une curieuse coïncidence, portaient le même titre : *Fin de l'histoire du Phylloxera*, nos viticulteurs crurent voir le terme de leurs souffrances; mais les deux Mémoires (offrant beaucoup d'analogie entre eux, quoique leurs auteurs ne se fussent certainement pas entendus) étaient loin de combler toutes les lacunes de l'histoire du puceron de la vigne. Ils nous conduisent jusqu'à la ponte du gros œuf d'hiver qui paraît être déposé, dans la Gironde et les Charentes, sous les écorces des ceps, sur le bois de deux ans. Mais le Phylloxera ne finit pas là, car la présence de cet œuf d'hiver, qui doit être le commencement d'une génération nouvelle, n'a aucune influence sur les colonies aptères souterraines. Elles continuent à exister et à se multiplier, et, si les froids de l'hiver les

engourdissent, elles ne s'en réveillent pas moins au printemps pour continuer leur œuvre destructive.

» L'*œuf d'hiver* est la *graine;* mais, tout comme une touffe de chiendent, par exemple, dont les racines continuent à tracer et à s'étendre même après la fructification de l'été, les colonies aptères souterraines et parthénogénésiques continuent à vivre et à s'étendre, même après avoir fructifié, c'est-à-dire lancé dans les airs leurs redoutables essaims ailés, portant au loin les *pupes* sexuées.

» On m'a accusé d'employer à tort le mot de *pupe,* et je vais essayer d'expliquer pourquoi il me semble être le seul mot propre pour désigner ces enveloppes.

» Dans le cours de son existence, le Phylloxera nous apparaît trois fois sous forme d'œufs et nous avons :

L'œuf d'hiver, L'œuf de printemps, L'œuf d'automne,	d'après les auteurs.

» Le véritable œuf, c'est le premier, celui qui est pondu par la femelle après fécondation du mâle. C'est là l'équivalent de la graine chez la plante.

» Le second, l'œuf, ou plutôt les œufs successifs du printemps, pondus par les femelles parthénogénésiques, n'a déjà plus droit à cette dénomination : c'est un bourgeon, une bulbe, servant de transition d'un insecte agame à un autre insecte semblable à lui, et qui, pour continuer notre comparaison botanique, correspondrait aux bourgeons des racines, ou des feuilles d'une plante se succédant les uns aux autres.

» Puis, en été, tout comme la plante, la colonie phylloxérienne fructifie, la nymphe représente le bourgeon à fruit, l'insecte ailé en est la fleur.

» En lui-même il n'a pas de sexe, mais il porte dans son sein une pupe femelle qui peut être assimilée à la capsule contenant la graine, et des pupes mâles dont le rôle sera celui des étamines.

» Or, ces enveloppes, que j'appelle des *pupes,* ne sont pas des *œufs;* j'ai déjà dit que la contexture extérieure est différente, et que l'insecte parfait sexué sortait, chez tous les insectes, d'une enveloppe appelée *pupe* et non pas d'un *œuf.* J'ai oublié d'ajouter que la *pupe* femelle est presque d'un quart plus grosse que la *pupe* mâle.

» Je ne connais pas un seul exemple, chez les insectes, d'œufs inégaux entre eux, et chez lesquels on puisse à première vue distinguer le sexe. Les pupes, au contraire, sont presque toutes dans ce cas; elles sont, en

général, inégales, et les sexes se distinguent facilement; ainsi donc, à moins que mes savants contradicteurs ne me donnent des preuves du contraire, j'appellerai *pupe* ce que je crois être une *pupe* et non pas un *œuf*.

» Malheureusement, cette discussion scientifique n'amènera pas encore *la fin de l'histoire du Phylloxera;* car, hélas! l'œuf d'hiver n'est probablement que le germe du mal pour des pays nouveaux; la vieille colonie qui en a fourni des milliers continue sa propagation souterraine, et je crains bien qu'elle ne s'arrête dans un vignoble que quand la nourriture lui manque d'une manière absolue. La Science nous fait bien espérer *théoriquement* que la reproduction parthénogénésique diminue et cesse tout à fait à un moment donné; mais, *pratiquement*, nous savons, par les essais de Bonnet et autres, que, chez les *aphidiens* au moins, cette reproduction peut durer plusieurs années. Ne peut-il en être de même pour les *phylloxériens*, au moins dans le Midi? »

VITICULTURE. — *Sur un procédé d'application directe du sulfure de carbone dans le traitement des vignes phylloxérées.* Note de M. **Allies**. (Extrait d'une Lettre à M. Dumas.)

(Renvoi à la Commission.)

« Marseille, le 9 mars 1876.

» Je prends la liberté de vous rendre compte de l'application que j'ai faite du sulfure de carbone pour la destruction du Phylloxera.

» Vous avez, par vos travaux, donné une impulsion remarquable aux recherches, et je considère que dans l'intérêt général, et plus encore par déférence, c'est à vous, Monsieur le Secrétaire perpétuel, que doivent être adressés les comptes rendus de tout ce qui se fait.

» Je possède, avec mon frère, un champ de vignes composé de 13500 pieds, situé à 350 mètres d'altitude, au mont Ruissatel, commune d'Aubagne (Bouches-du-Rhône); le sol en est complétement aride. Ce champ domine le territoire d'Aubagne et celui de Marseille, envahis par le Phylloxera.

» Pendant l'année 1873, une altération légère dans la végétation révéla la présence du Phylloxera vers le centre du champ; les vignes attaquées datent de 1869. Quelques insecticides employés n'arrêtèrent pas l'envahissement.

» Au début de la campagne 1874, les vignes atteintes ou supposées l'être

furent déchaussées, fumées énergiquement; du sulfate de cuivre répandu sur le sol fut dissous par les pluies du printemps; l'altération des vignes fut encore plus prononcée en 1874 qu'en 1873.

» Mais, en 1874, vous avez adressé à l'Académie des Sciences le remarquable Mémoire sur le sulfure de carbone employé comme agent de destruction; c'est ce document et cet agent qui ont plus particulièrement fixé mon attention, l'aridité du sol, dans nos conditions, ne permettant pas l'emploi des insecticides qui réclament le concours de l'eau pour véhicule. Le sulfure de carbone, énergique sous un petit volume, présente des avantages de transport et d'application sur lesquels il n'y a pas à insister. Il s'agissait donc, selon vos conseils, d'appliquer le sulfure de carbone dans une mesure suffisante pour détruire le Phylloxera; mais pas au delà, pour ne pas détruire la vigne. La première condition à réaliser consistait dans la faculté d'application fréquente, à très-petite dose, du sulfure de carbone et la deuxième condition dans la facilité et la promptitude de l'opération. J'ai pensé qu'il suffirait d'introduire le sulfure à 20 centimètres dans le sous-sol, la densité de la vapeur produite devant l'entraîner en grande partie dans les couches inférieures du sol.

» L'appareil que j'ai construit est composé d'un réservoir terminé par un double robinet, aboutissant à un pieu creux pour conduire le liquide dans le sous-sol; une lyre en fer embrasse le réservoir et les robinets; la partie inférieure de la lyre formant douille sert de trait d'union entre les robinets auxquels aboutissent le réservoir et la partie supérieure du pieu.

» Le réservoir contient $3^{kg},800$ de sulfure de carbone; l'appareil, avec sa provision maxima de sulfure, pèse $10^{kg},700$. Le cultivateur emporte au besoin une provision supplémentaire, logée dans une petite touque, solidement établie et fermée.

» L'appareil est facile à manœuvrer; le cultivateur le saisit par la partie supérieure de la lyre, comme le charpentier saisit la poignée de sa tarière, et il l'enfonce dans le sol, soit au moyen d'un choc, soit en s'aidant du poids de son corps. Le sulfure destiné à chaque trou est dosé dans la capacité qui se trouve placée entre les deux robinets : j'ai adopté $7^{gr},5$; le pieu contient une provision de sulfure correspondant à 500 trous et au travail probable d'une journée.

» Lorsque le pieu est projeté dans le sol, les deux robinets sont fermés : le sulfure est donc retenu dans le réservoir. Lorsque le pieu est logé dans le sol, on ouvre le robinet supérieur, pour remplir de sulfure la capacité intermédiaire, et on le referme; on ouvre ensuite le robinet inférieur pour

le refermer ensuite, et le sulfure se répand dans le sol, en suivant le vide intérieur qui se prolonge du réservoir jusqu'à l'extrémité du pieu. Deux dispositions spéciales permettent l'écoulement et l'issue du liquide et préviennent tout empâtement.

» En retirant le pieu, on bouche le trou avec le pied ou une bêche.

» Toutes les souches ont été traitées d'une façon identique, les trois quarts n'ont subi aucune altération apparente et la végétation s'est continuée; un quart a subi des altérations, sans ralentissement dans la végétation; la couleur d'une partie des feuilles est devenue lie de vin plus ou moins prononcée. Le nombre des feuilles altérées variait selon les sujets, mais sans atteindre des proportions excessives. Les pieds dont les feuilles ont été altérées étaient dispersés et non pas groupés. Deux sujets ont perdu toutes les feuilles; mais, quelques jours ensuite, le mouvement de la séve s'est manifesté par le gonflement des bourgeons de sarments.

» La végétation s'est continuée, dans ce même lot, en 1875, précaire comme en 1874, avec cette différence qu'un certain nombre de vignes, ayant perdu les racines en 1874, n'ont fourni qu'une végétation extrêmement courte, les feuilles conservant néanmoins une bonne apparence de couleur. Chaque vigne de ce lot a reçu, pendant l'année 1875, 150 grammes de sulfure, en cinq applications, composées chacune de quatre trous par pied et chaque trou recevant 7gr,5 de sulfure. Ces applications ont été échelonnées en mai, juin, juillet, août et septembre, de telle sorte que l'on peut admettre que la production de vapeur dans le sol a été presque continue pendant la durée de la végétation. L'effet, constaté antérieurement, de l'altération des feuilles ne s'est plus reproduit que dans une mesure tout à fait accidentelle. Le lot traité a fourni de un tiers à un quart de récolte en raisins sains ayant produit du bon vin.

» Un peu après le début de la végétation en 1875, les vignes placées dans l'ouest du lot envahi étaient également attaquées par l'insecte; les parties atteintes furent jalonnées et soumises à ce même traitement, au nombre de 2500 vignes environ. Ces vignes ont conservé le fruit, et la végétation a été satisfaisante.

En résumé, 3500 pieds ont été traités en 1875 et ils ont reçu 525 kilogrammes de sulfure de carbone en 70 000 trous.

» L'inventaire fait en dernier lieu, pendant l'hivernage, a fait constater la mort de 150 souches, dont 50 du premier lot envahi, dépourvues de racines, et le restant dispersé sur tous les points, dans les plantations de trois, quatre et cinq ans.

» Le sulfure de carbone a donc été appliqué fréquemment et d'une façon extrêmement divisée sans qu'il en soit résulté aucun danger pour les vignes; il n'est pas douteux que cette production, permanente en quelque sorte, de vapeur de sulfure de carbone dans le sous-sol, a dû constituer un bon insecticide, sans influence nuisible aux vignes, le petit nombre de sujets remplacés ayant succombé à l'ancienneté de l'attaque; ce procédé, à défaut d'autres moyens mieux appropriés aux terrains arides et privés d'eau, offre des avantages qui nous encouragent à persévérer dans la même voie.

» Si le moyen imaginé pour appliquer le sulfure de carbone attirait l'attention, c'est à vous, Monsieur le Secrétaire perpétuel, que devrait en remonter le mérite, attendu que vos travaux et vos conseils ont su conduire les recherches vers des directions qui ne sont plus stériles. »

VITICULTURE. — *Traitement des vignes phylloxérées à l'aide de vapeurs de sulfure de carbone introduites et diffusées dans le sol au moyen d'un appareil aspirateur.* Note de MM. **Crolas** et **F. Jobart**. (Extrait.)

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Depuis les derniers travaux de MM. Balbiani et Boiteau, nous savons que, pour sauver nos vignes, il faut non-seulement attaquer les colonies souterraines fournies par cet insecte, mais encore détruire l'œuf d'hiver que déposent, sur toutes les parties du cep, les légions ailées qui opèrent leur migration en août et septembre.

» La Commission, présidée par M. Dumas, vient de publier des instructions pratiques qui ne permettent pas de douter un seul instant que l'on n'arrive à détruire l'œuf d'hiver, soit à l'aide de l'échaudage, soit à l'aide d'insecticides liquides.

» Aussi, laissant de côté le traitement préventif, nous ne nous occuperons que du traitement répressif, c'est-à-dire de celui qui doit être dirigé contre les insectes fixés sur les racines.

» Le problème de la destruction du Phylloxera serait complétement résolu si l'application des sulfocarbonates ne nécessitait l'emploi d'une grande quantité d'eau.

» C'est pour échapper à cette nécessité, d'avoir recours à l'eau comme véhicule, que nous avons commencé, il y a deux ans, une série d'expériences ayant pour but l'introduction dans le sol d'une quantité de vapeurs

insecticides, capable de saturer l'atmosphère souterraine dans laquelle vit le Phylloxera.

» Il nous est venu à l'idée d'aspirer l'air formant l'atmosphère souterraine et de saturer, à l'aide de vapeurs produites à la surface du sol, celui venant de l'extérieur.

» A cet effet, nous avons introduit en terre un tube de $0^m,04$ de diamètre, terminé en cône, porteur à la partie inférieure de quelques ouvertures de 5 millimètres de diamètre, et mis en communication, par sa partie supérieure, avec une pompe aspirante dont chaque coup de piston enlevait 6 litres d'air.

» Cette pompe, mise en mouvement, fonctionne aussi facilement que si elle avait été en communication avec l'air extérieur; le tube étant successivement enfoncé à 30, 50, 75 centimètres, 1 mètre et $1^m,50$, l'aspiration se faisait donc bien. De plus, le tube étant enfoncé à $1^m,50$ et du sulfure de carbone ayant été répandu à la surface du sol, l'air débité par la pompe fut saturé de sulfure au septième coup de piston.

» Satisfaits de ce premier résultat, nous avons fait une série d'expériences dans le but de déterminer ce que nous appellerons la zone d'action de notre appareil, et nous sommes arrivés à conclure que son action se faisait sentir à $1^m,70$ du tube aspirateur, puisque du sulfure de carbone répandu suivant la circonférence d'un cercle de $1^m,70$ de rayon dont le tube occupait le centre, l'atmosphère souterraine était saturée au quatorzième coup de piston de notre pompe. Nous avons répété cette dernière expérience dans des terrains de différentes natures, les uns légers et très-secs, les autres compactes et mouillés; nous avons toujours vu le sulfure de carbone se comporter de la même façon; dès lors, nous avons été en droit d'affirmer que l'aspiration se faisait toujours très-facilement.

» Connaissant, d'autre part, les expériences faites par M. Dumas, ainsi que par MM. Cornu et Mouillefert, qui ont eu comme résultat de démontrer que le sulfure de carbone était l'insecticide par excellence à employer contre le Phylloxera, nous avons pensé qu'à l'aide de notre procédé nous arriverions à une diffusion rapide et complète des vapeurs de sulfure, et que, par conséquent, nous atteindrions les parasites dans leurs derniers retranchements. Les expériences faites en grande culture ont démontré depuis que nos prévisions étaient fondées.

» Nous dirons, dès à présent, que nous sommes arrivés, après une série de modifications, à remplacer la pompe par un petit appareil des plus simples, fait de bois et de peau, d'une contenance de 6 litres et ne pesant que

5 kilogrammes; de sorte que le matériel dont nous nous servons se compose d'un petit appareil aspirateur, de six tubes et d'un flacon d'une contenance d'un litre, gradué de façon à faciliter la distribution du sulfure à la surface du sol, le tout représentant une somme très-minime.

» Le champ d'expériences que nous avons choisi est situé à Soucieux, dans le département du Rhône, à 20 kilomètres de Lyon, et appartient à M. Meuset. Nous avons visité ces vignes il y a quelques jours; aucun symptôme n'indique qu'elles aient souffert du contact du sulfure de carbone. Les racines et les bois offrent des coupes normales et ont le même aspect que ceux de la vigne en bonne santé.

» Nous nous croyons autorisés à conclure :

» 1° Que, par notre procédé, nous arrivons à introduire et à diffuser très-rapidement, dans le sol, les vapeurs de sulfure de carbone;

» 2° Que ces vapeurs insecticides pénètrent partout et détruisent les Phylloxeras qui, à tous les états, habitent les racines;

» 3° Que le sulfure de carbone ne nuit pas à la vigne lorsqu'il est employé à la dose de 30 à 40 grammes par mètre carré.

» Ces trois points établis, il nous reste à nous rendre compte du prix de revient de notre traitement et à déterminer l'époque de son application.

» Le manuel opératoire de notre procédé est des plus simples : il consiste à introduire dans le sol, à l'aide d'une petite masse de bois, un tube de fer, à y adapter un tuyau en caoutchouc qui le met en communication avec un appareil aspirateur analogue à un soufflet, et à aspirer pendant qu'un autre opérateur répand le sulfure de carbone à la surface du sol.

» La main-d'œuvre doit figurer au maximum pour 120 francs par hectare. Le sulfure de carbone, employé à la dose de 40 grammes et estimé à 50 francs les 100 kilogrammes, prix auquel on peut le produire au centre des pays envahis, doit figurer pour 200 francs par hectare. Nous arrivons donc à une dépense de 320 francs par hectare de vigne. »

VITICULTURE. — *Sur l'emploi de la potasse et de la chaux dans le traitement de la vigne.* Note de M. **Demaille.**

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« J'ai suivi les conseils des observateurs autorisés qui ont déterminé l'époque à laquelle on doit faire usage des insecticides, et j'ai la satisfac-

tion de voir aujourd'hui de jeunes plants de 1872 en pleine prospérité; les racines sont aussi saines qu'on peut le désirer.

» Les résultats de six années d'expériences me font admettre qu'il suffit, par litre d'eau, de 10 grammes de potasse forte et 10 grammes de chaux vive éteinte pour tuer l'insecte et fournir l'engrais utile à la vigne. Il faut :

1 kilogramme de potasse, coûtant	fr 0,50
1 » de chaux, coûtant	0,05
Total	0,55

pour préparer 100 litres d'eau, ce qui met le prix de revient à 2 centimes le litre. Or, un litre m'a suffi pour chaque pied qui avait été déchaussé d'avance en forme d'entonnoir, ce qui n'augmente en rien la main-d'œuvre, puisque ce travail est toujours nécessaire pour procéder au taillage.

» Tels sont les résultats que j'ai obtenus dans mes expériences; je suis très-heureux d'en trouver la recommandation, comme auxiliaire de tout traitement, dans l'importante instruction pratique adressée par MM. les Membres de l'Académie des Sciences, contre-signée par son honorable Président, M. Dumas. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur l'éboulement du Grand-Sable à Salazie.* Note de M. **Ch. Vélain**, présentée par M. Ch. Sainte-Claire Deville.

(Commissaires : MM. Ch. Sainte-Claire Deville et Daubrée.)

« La dernière malle des Indes vient d'apporter le Rapport de la Commission (1) nommée par le Gouverneur de l'île de la Réunion, pour étudier les causes du sinistre survenu le 26 novembre dans la vallée du Grand-Sable, à Salazie.

» Dans la séance du 10 janvier, j'avais annoncé à l'Académie que cette épouvantable catastrophe, qui a fait soixante-deux victimes, ne devait être attribuée qu'à un éboulement considérable produit par un affaissement d'une partie de la paroi du Cirque, affaissement déterminé par la désagrégation de certaines des roches volcaniques qui en forment la base, sous l'influence des eaux pluviales.

» M. Ch. Sainte-Claire Deville a bien voulu prêter à cette opinion l'ap-

(1) Cette Commission se composait de : MM. le Dr Cotholendy, médecin en chef, *président;* Joly, professeur de Sciences physiques; Léonard, pharmacien en chef; Dr Jacob de Cordemoy, licencié ès sciences naturelles, *rapporteur.*

pui de sa grande autorité; mais d'autres explications ont été présentées et, en particulier, M. le général Morin a lu un Mémoire très-détaillé d'un médecin de la Réunion, M. le Dr Vinson, qui ne voulait voir dans cet accident que le résultat d'un soulèvement du sol produit par une commotion volcanique intense.

» Je demande à l'Académie la permission de lui annoncer que les conclusions du Rapport de la Commission sont entièrement conformes à ce que j'avais annoncé, c'est-à-dire que le phénomène survenu au Grand-Sable est absolument comparable aux grands éboulements des montagnes dont la Suisse et d'autres contrées ont été le théâtre.

» L'hypothèse d'un soulèvement du sol par une commotion volcanique ne repose sur rien ou se trouve en contradiction avec tous les faits observés par les membres de la Commission.

» Après avoir donné, en effet, une esquisse de la topographie et de la géologie du théâtre de l'accident, le Rapporteur examine successivement et combat les diverses hypothèses émises sur les causes du sinistre, puis formule les conclusions suivantes :

« La catastrophe du Grand-Sable est absolument comparable aux grands éboulements des montagnes dont la Suisse et d'autres contrées ont été le théâtre, et dont la description est consignée dans les annales de la Science. Il nous suffira de rappeler ceux qui ont détruit la ville de Pleurs, les villages de Goldau, de Basingen, etc. Ainsi qu'il est arrivé dans plusieurs de ces catastrophes historiques, un affaissement au pied du Gros-Morne a précédé la chute des rochers, qui a été suivie d'éboulements secondaires, de glissements de terrains et d'autres phénomènes accessoires. Il est remarquable que les grands éboulements connus présentent, même dans les détails, la plus grande conformité avec celui de Salazie. »

MINES. — *Sur un procédé de préservation contre les accidents causés par le grisou dans les mines.* Note de M. **Minary**, présentée par M. Resal. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Le grisou est composé en grande partie de protocarbure d'hydrogène; son poids est environ les $\frac{2}{3}$ de celui de l'air. Il résulte de cette grande légèreté que ce gaz a une tendance à s'élever, quand il se dégage des parois, et à gagner la partie supérieure des galeries où il s'étale en couches au-dessus de l'air et au-dessous du toit des galeries. Le mélange par diffusion de ce gaz avec l'air en repos est très-lent à se produire : il paraîtrait donc possible d'empêcher le mélange et de soutirer de la mine le gaz à mesure

de son dégagement. En conséquence, il importe de ne pas établir une ventilation trop énergique, car elle aurait pour résultat de favoriser un mélange qu'on doit chercher à empêcher, et il faut adopter une disposition qui facilite la séparation de l'air de la mine avec le gaz dangereux qu'on se propose d'expulser.

» Cette disposition est très-simple, et doit être, pour le toit, celle qui est usitée sur le sol pour débarrasser les travaux de l'eau qui les gêne : savoir, des rigoles ou tuyaux et des puisards. Le gaz étant plus léger que l'air gagne les parties élevées des galeries; il s'agit donc de pratiquer dans le toit de ces galeries de distance en distance, à 10, 15 ou 20 mètres les unes des autres, des excavations verticales ou *cloches* à gaz. Ces cloches seront de véritables puisards dans lesquels se rendra le gaz, d'autant plus facilement que l'air sera moins agité et que le toit des galeries sera aménagé pour en faciliter l'écoulement. Ces cloches à gaz, d'une capacité de plusieurs mètres cubes, creusées au-dessus du toit, auraient leur ouverture masquée par des planchers laissant assez d'intervalle ou de jeu pour permettre l'introduction du gaz dans ces capacités et la sortie de l'air dont il viendrait occuper la place. La diffusion serait diminuée par ce moyen et l'on pourrait considérer ces cloches à gaz comme des récipients dans lesquels viendrait se rassembler tout le gaz dégagé dans la mine et presque sans mélange d'air. Pour extraire le grisou des cloches à gaz, deux moyens peuvent être employés.

Le premier consiste dans un tuyau métallique partant du fond des galeries, en dessus ou en dessus du chapeau des cadres de boisage, passant sous toutes les cloches à gaz dans chacune desquelles pénètre, jusqu'au sommet de l'excavation, un petit tuyau embranché sur ce tube métallique que j'appellerai *collecteur*. Celui-ci, arrivant au puits, s'élèvera jusqu'au jour, où il viendra aboutir à un ventilateur aspirant. Le gaz confiné dans les cloches se rendra dans le collecteur et sera rejeté dans l'atmosphère. On pourrait même l'utiliser en le brûlant.

» Ce premier moyen serait surtout applicable lorsque le gaz serait peu mélangé à l'air. Le deuxième moyen serait plus efficace dans le cas où, soit par l'agitation de l'air, soit par toute autre cause, le mélange d'air et de gaz existerait dans les cloches. Il repose sur le fait de l'endosmose des gaz.

» J'ai fait des expériences assez nombreuses en 1868, desquelles il résulte qu'un courant d'hydrogène, pénétrant dans une capacité pleine d'air, fermée et traversée par un tube en terre poreuse ouvert à l'une de ses extrémités,

et terminé à l'autre par un tube vertical en zinc de même diamètre, passait à travers la paroi poreuse et déterminait par son mélange avec l'air dans le tube poreux un courant très-rapide, qui s'échappait par le tuyau vertical, ce courant étant dû à la diminution de densité du mélange d'air et de gaz. L'absorption était si rapide, que, quelle que soit la vitesse de dégagement, une fois le courant établi, l'air confiné dans lequel arrivait l'hydrogène n'augmentait pas de pression. La proportion d'hydrogène dans l'air confiné n'atteignait pas un quinzième.

» Il s'agirait donc d'utiliser cette propriété physique des gaz en établissant dans chaque cloche un système de tuyaux poreux en terre dont la surface serait aussi développée que possible et à travers laquelle le grisou pénétrerait par endosmose. Ce système de tuyaux poreux, formant un canal continu, communiquerait par une de ses extrémités à un tube métallique parcourant la galerie dans toute sa longueur et amenant au jour de l'air lancé par un ventilateur, qu'il distribuerait à tous les appareils poreux établis dans les cloches. Sur son parcours, il communiquerait de même, par son autre extrémité, à un autre tuyau semblable au premier, établi aussi dans la galerie et aboutissant, au jour, à un ventilateur aspirant.

» On aurait ainsi un courant rapide d'air, partant du jour dans les appareils d'absorption établis dans les galeries, entraînant constamment le grisou qui, par endosmose, aurait pénétré à l'intérieur des appareils poreux, puis remonterait chargé de gaz et serait rejeté dans l'atmosphère.

» Dans mes expériences de 1868, j'ai pu constater que 1 mètre carré de surface poreuse laissait passer à travers son épaisseur 700 litres de gaz par heure, mais rien ne prouve que l'on ne puisse pas arriver à une absorption plus grande. Les mêmes expériences avec le gaz d'éclairage et l'oxyde de carbone ont donné à peu près les mêmes résultats. Je ne doute pas que le grisou ne se comporte de la même manière et qu'il ne soit possible de l'extraire de l'atmosphère des galeries d'une façon continue et sans qu'il soit nécessaire de mettre en mouvement des masses d'air considérables.

» Ne pouvant m'occuper moi-même de l'application de ce système, je crois devoir soumettre à l'appréciation des savants et des hommes compétents ces moyens nouveaux de préservation, qui m'ont paru offrir une solution satisfaisante à cette difficile question. »

MM. **Creissac**, **Heussche** adressent des Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. A. Courtois adresse, pour le concours du prix Fourneyron, des rectifications au Mémoire qu'il a déposé le 16 avril 1875.

(Renvoi à la Commission.)

M. L. Daille adresse une Note sur un moyen de prévenir les explosions du grisou.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. M. Desprez adresse, pour le Concours du prix Bréant, une Note sur l'emploi du chloroforme dans le traitement du choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

CORRESPONDANCE.

M. F. Lefort prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place d'Académicien libre, laissée vacante par le décès de M. *Séguier*.

(Renvoi à la future Commission.)

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Rapport de M. *M. Girard* sur les insectes qui attaquent et détruisent les bois ouvrés, et spécialement les frises de parquet;

2° Le premier fascicule du deuxième volume du « Traité élémentaire d'Entomologie », par M. *M. Girard;*

3° Le quatrième volume des « Œuvres complètes du comte de Rumford, publiées par l'Académie américaine des Sciences et des Arts ».

M. Bouquet de la Grye adresse à l'Académie le Rapport qui contient les résultats de l'expédition effectuée à l'île de Campbell.

Ce document sera transmis à la Commission du passage de Vénus, qui doit prendre les mesures nécessaires pour en assurer la publication.

ASTRONOMIE. — *Lettre de* M. C. **Peters**, *relative à la découverte de la planète* (160), communiquée par M. Le Verrier.

Dépêche de M. Joseph Henry, *secrétaire de l'Institution Smithsonienne, à Washington.*

« Washington, 25 février 1876.

Ascension droite de (160)........	$10^h 16^m$
Déclinaison de (160)............	$+14° 32'$

» La planète est de 11ᵉ grandeur. »

Lettre de M. C.-H.-F. Peters, *à M. Le Verrier.*

« Clinton, 27 février 1876.

» Je m'empresse de vous transmettre les observations, obtenues jusqu'à aujourd'hui, de la nouvelle planète (160), dont le télégraphe vous aura donné avis préalable.

	Temps moyen de Hamilton-College. h m s	Asc. droite. h m s	Déclinaison. ° ' "	
1876. Fév. 20..	15	10.20.59	+14.14	
24..	12.25.41	(a) — 2.55,19	(a) + 44,2	12 comp. avec (a)
25..	11.46.11	10.16.33,92	+14.32.26,0	15 » (b)

» Dans la première nuit, je n'ai pu fixer le lieu qu'approximativement, ensuite sont venus quelques jours de mauvais temps. Les deux autres observations sont très-bonnes, seulement il manque la position exacte de l'étoile de comparaison (*a*) de 9ᵉ,5 ou 10ᵉ grandeur; sa position approchée, pour le commencement de l'année, est cependant

$$10^h 20^m 20^s,0, \qquad +14° 28' 7''.$$

» L'étoile (*b*) se trouve dans l'*Histoire céleste* comme dans les deux catalogues de Weisse (I, 260 et II, 311 de la 10ᵉ heure), et j'ai adopté

$$\text{Pour } 1876,0\ldots\ldots \quad 10^h 16^m 46^s,90, \qquad +14° 31' 54'',0.$$

» La planète était bien claire, de 11ᵉ grandeur. »

ASTRONOMIE. — *Observation de la planète* (160) *faite à l'équatorial du jardin.* Note de MM. **Henry**, présentée par M. Le Verrier.

1876.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite de (160).	l. fact. par.	Distance polaire de (160).	l. fact. par.
Mars 1...	$12^h 20^m 54^s$	$10^h 12^m 16^s,62$	$+(\bar{2},935)$	$75° 10' 45'',1$	$-(0,699)$

» La planète est de 11ᵉ grandeur.

Position moyenne de l'étoile de comparaison pour 1876,0.

Nom de l'étoile.	Grand.	Ascension droite.	Réd. au jour.	Distance polaire.	Réd. au jour.
257 Weisse H.10.	9ᵉ	$10^h 16^m 36^s,41$	$+2^s,04$	$75° 7' 39''8$	$+6'',0$

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète* (160), *faites à l'Observatoire de Marseille*. Note de M. **Borrelly**, présentée par M. Le Verrier.

1876.	Temps moyen de Marseille.	Ascension droite de (160).	l. fact. par.	Distance polaire de (160).	l. fact. par.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Fév. 26.	9.45.18	10.15.56,27	$-\bar{1},377$	75.24.58,3	−0,6948
28.	8.19.40	10.14.11,91	$-\bar{1},543$	75.18. 6,0	−0,6872
29.	7.52.32	10.13.19,97	$-\bar{1},571$	75.14.41,8	−0,6967

Position moyenne, pour 1876,0, *de l'étoile de comparaison commune aux trois observations précédentes.*

	Ascension droite.	Distance polaire.
260 Weisse (A. C.) H. X...... ..	$10^h16^m46^s,88$	75°28′3″,5 »

ASTRONOMIE. — *Sur le prochain retour au périhélie de la comète périodique de d'Arrest*. Note de M. **G. Leveau**, présentée par M. Le Verrier.

« Dans un Mémoire qui sera publié dans les *Annales de l'Observatoire de Paris* et dont un extrait a paru dans les *Comptes rendus* (t. LXXXI, p. 141), j'ai donné les éléments de la comète périodique de d'Arrest pour le 13 octobre 1869. Ces éléments, dont la détermination repose sur les observations faites en 1851, 1857 et 1870, ont servi de base au travail que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie. Le but que je me suis proposé est de fournir aux astronomes des positions exactes de la comète pour l'époque de son prochain retour au périhélie.

» Pour la facilité et la sûreté du calcul des perturbations de cette comète par les principales planètes du système solaire, j'ai dû, entre 1869 et 1877, changer plusieurs fois les éléments osculateurs; voici, en y joignant les éléments de départ, les éléments obtenus pour ces diverses époques.

Tableau des éléments osculateurs de la comète périodique de d'Arrest (temps moyen de Paris).

	1869, octobre 13,0.	1871, janvier 6,0.	1873, février 24,0.	1875, mars 26,0.	
	° ′ ″	° ′ ″	° ′ ″	° ′ ″	
ε..	266.57.22,52	334.29. 0,19	91. 4.22,46	204. 3.45,60	Équin.
ϖ.	318.41. 3,56	318.40.38,27	319.12. 6,00	319. 7.31,43	et
θ.	146 25.35,64	146.24.51,63	146. 3.23,78	146. 3.43,89	éclipt. moyens
φ.	15.39.25,96	15.39.21,48	15.45.36,75	15.43.59,20	1870,0.
η.	39.25.16,35	39.24.38,09	39. 6. 4,77	38.54. 1,23	
n.	540″,28076	540″,37296	534″,91353	533″,470.37	

	1875, mars 26,0.	1877, janvier 14,0.	
ε	204°.12′. 8″,33	301°.56′.54″,42	Équin.
ϖ	319.15.54,16	319. 9.14,70	et
θ.......	146.11.58,46	146. 9.27,63	éclipt. moyens
φ.......	15.43.54,85	15.43. 9,22	1880,0.
η	38.54. 1,23	38.53.18,04	
n.......	533″,47037	532″,41003	

» A l'aide des derniers éléments, j'ai construit, pour l'année 1877, l'éphéméride suivante, qui donne les positions approchées de la comète de vingt en vingt jours.

Éphéméride de la comète périodique de d'Arrest.

Dates. 1877.		Æ	Ⓓ	log r	log Δ	Æ* − Æ☉	$\frac{1}{r^2\Delta^2}$.
Janvier.	4,0..	16ʰ.59ᵐ,2	−11°.31′	0,285	0,431	− 2ʰ. 3ᵐ	0,037
»	24,0..	17.53,1	−12.21	0,251	0,390	− 2.35	0,052
Février.	13,0..	18.52,3	−12. 8	0,217	0,348	− 2.57	0,074
Mars	5,0..	19.56,4	−10.43	0,184	0,306	− 3. 9	0,105
»	25,0..	21. 4,4	− 8. 9	0,154	0,269	− 3.14	0,142
Avril	14,0..	22.14,8	− 4.42	0,132	0,246	− 3.17	0,180
Mai	4,0..	23.25,1	− 0.55	0,121	0,221	− 3.20	0,207
»	24,0..	0.33,5	+ 2.35	0,123	0,211	− 3.32	0,215
Juin.	13,0..	1.37,5	+ 5.15	0,139	0,207	− 3.50	0,204
Juillet.	3,0..	2.35,4	+ 6.43	0,164	0,205	− 4.15	0,183
»	23,0..	3.24,7	+ 6.57	0,196	0,200	− 4.47	0,162
Août.	12,0..	4.15,7	+ 5.58	0,230	0,191	− 5.14	0,144
Sept.	1,0..	4.33,4	+ 3.59	0,264	0,177	− 6. 9	0,131
»	21,0..	4.48,9	+ 1.16	0,296	0,160	− 7. 6	0,122
Octobre.	11,0..	4.49,7	− 1.43	0,328	0,147	− 8.17	0,113
»	31,0..	4.36,4	− 4.10	0,357	0,148	− 9.47	0,098
Nov.	20,0..	4.14,9	− 5.10	0,384	0,174	−11.29	0,077
Déc.	10,0..	3.55,1	− 4.22	0,409	0,225	+10.45	0,054
»	30,0..	3.43,9	− 2.13	0,432	0,292	+ 9. 5	0,036

Passage au périhélie : 1877, mai, 10,339, temps moyen de Paris.

» Il peut être utile de rappeler que, lorsqu'en décembre 1870 M. Schmidt cessa d'observer la comète, la quantité $\frac{1}{r^2\Delta^2}$ avait pour valeur $\frac{1}{r^2\Delta^2}$. Cet astronome a écrit qu'il aurait pu continuer les observations si l'éphéméride eût été poursuivie.

» L'examen de l'éphéméride ci-dessus montre qu'en 1877 la comète se

présentera dans de plus mauvaises conditions de visibilité que lors des apparitions de 1857 et 1870. Cependant il est permis d'espérer que, grâce aux puissants instruments mis aujourd'hui à la disposition des astronomes et à la précision des indications qui leur seront fournies, le retour de cette comète pourra être constaté.

» Dans une Communication ultérieure, je donnerai une éphéméride précise pour toute l'année 1877. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les aurores polaires.* Note de M. G. PLANTÉ. (Extrait par l'auteur.)

« Rien n'est à négliger de ce qui peut entraîner une complète conviction dans la théorie des forces de la nature, et faire passer de l'inquiétude de la recherche à la sécurité de la vérité connue. Serait-on bien sûr, par exemple, de la théorie de l'arc-en-ciel, si, au moyen des gouttes d'eau que l'on fait jaillir soi-même en plein Soleil, on n'avait pas reproduit dans toutes ses particularités ce brillant météore ? Les expériences de cabinet sont modestes, mais utiles, donc estimables (1) ».

« Ces paroles d'un Membre illustre de l'Académie m'encouragent à poursuivre les analogies entre les effets des courants électriques de haute tension et les grandes manifestations électriques naturelles. L'expérience de de la Rive a déjà fait ressortir la liaison des aurores polaires avec le magnétisme terrestre ; mais elle ne suffit pas pour expliquer toutes les circonstances qui les accompagnent. Dans les expériences qui font l'objet du présent Mémoire, le flux électrique se trouve en présence de masses aqueuses, comme dans l'atmosphère, et il en résulte une série de phénomènes tout à fait analogues aux diverses phases des aurores polaires.

» 1° Si l'on met l'électrode positive de la puissante batterie secondaire dont je fais usage en contact avec les parois humides d'un vase d'eau salée où plonge d'avance l'électrode négative, on observe, suivant la distance plus ou moins grande du liquide, soit une couronne formée de particules lumineuses disposées en cercle autour de l'électrode (*fig.* 1), soit un arc bordé d'une frange de rayons brillants (*fig.* 2), soit une ligne sinueuse qui se plie et se replie sur elle-même avec rapidité (*fig.* 3). Ce mouvement ondulatoire, en particulier, offre une complète analogie avec celui qu'on a comparé, dans les aurores, aux plis et aux replis d'un serpent, ou à ceux d'une draperie agitée par le vent.

» 2° Bien que la lumière jaune domine dans ces expériences, par suite de

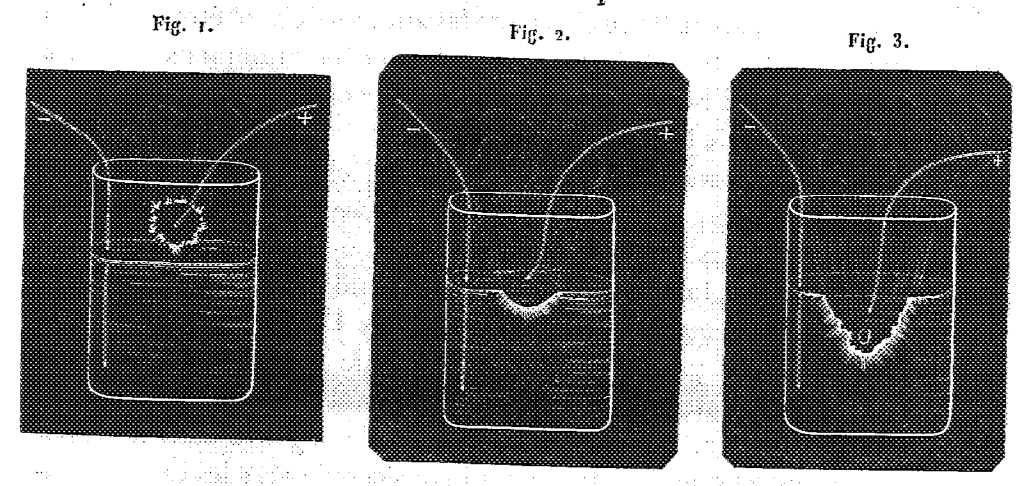
(1) BABINET, *Etudes et lectures sur les sciences d'observation*, t. I, p. 25 ; 1855.

l'emploi de l'eau salée, on observe aussi, sur les points où l'eau provenant de la vapeur condensée est moins chargée de sel, des teintes pourpres et violacées analogues à celles des aurores.

» 3° Les rayons de l'arc lumineux proviennent de la pénétration du flux électrique dans le liquide; le vide qui en résulte se comblant à mesure, de nouveaux rayons se reforment, et l'on s'explique ainsi comment les jets de lumière des aurores *dardent* ou paraissent lancés et renouvelés à chaque instant.

» 4° Le cercle ou segment obscur formé dans les aurores par la brume ou le voile nébuleux que rencontre le flux électrique correspond, dans l'expérience, au cercle ou segment humide qui environne l'électrode, et autour duquel s'épanouit le courant voltaïque.

Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.



» 5° La forme en arc, dans le voltamètre, vient de ce que le liquide n'entoure pas tout à fait l'électrode; mais, si l'on immerge plus le fil, il se produit des ondes ou des cercles lumineux entiers, de même que dans les aurores dont l'arc n'est souvent considéré que comme la portion visible pour l'observateur d'un cercle lumineux complet.

» 6° Le liquide est violemment agité par le souffle électrique; des tourbillons et anneaux lumineux se forment par le choc des ondes électrisées les unes contre les autres, et, si l'on opère avec peu de liquide, il se produit finalement une ébullition lumineuse correspondant à cette fluctuation de lumière qui caractérise aussi les aurores polaires.

» 7° La vapeur d'eau se dégage avec d'autant plus de vivacité et d'abondance que l'électrode pénètre plus dans le liquide. Ce phénomène, que les

plus fortes batteries de l'électricité statique permettent à peine de soupçonner, est important à considérer, car il explique naturellement les chutes abondantes de pluie ou de neige qui ont toujours été constatées pendant les aurores polaires.

» 8° Le bruissement qui accompagne ces expériences correspond à celui qui a été souvent entendu pendant les aurores quand la distance était relativement faible; il est dû à la vaporisation produite par les sillons de feu électriques pénétrant dans une masse humide.

» 9° Les perturbations magnétiques causées par les aurores se reproduisent dans ces expériences en plaçant une aiguille aimantée près du circuit. La déviation augmente ou diminue selon que l'arc lumineux se développe plus ou moins dans le liquide.

» 10° Il résulte encore de ces faits que les aurores doivent être produites par un flux d'électricité *positive;* car les phénomènes lumineux sont les mêmes que ceux de l'électrode positive dans le voltamètre, et l'électrode négative n'offre rien de semblable.

» 11° Mais les aurores polaires sont-elles une décharge entre l'électricité positive de l'atmosphère et celle de la terre supposée négative? Si cela était, on devrait observer des chutes de foudre très-fréquentes aux pôles, ou des lueurs et des aigrettes lumineuses sur les points saillants du sol, formant la contre-partie du phénomène qui se passe dans l'air. Or l'observation montre qu'il n'en est pas ainsi. J'inclinerais donc à penser que c'est le vide imparfait des hautes régions qui, fonctionnant comme une immense enveloppe conductrice, joue le rôle de l'électrode négative dans les expériences ci-dessus, et que l'électricité positive s'écoule vers les espaces planétaires, et non vers le sol, à travers les brumes ou les nuages glacés qui flottent au-dessus des pôles.

» 12° Quant à l'origine de cette électricité polaire, on a admis qu'elle venait de l'équateur et des régions tropicales. Mais on peut objecter que les nuages électrisés doivent se décharger dans un aussi long parcours, et l'on sait, en effet, que les orages sont de plus en plus rares, à mesure que l'on s'approche des pôles. Mes expériences antérieures et d'autres encore inédites m'ayant conduit à considérer les corps célestes comme chargés d'électricité positive, la seule espèce d'électricité peut-être qui existe, je serais porté à regarder la terre elle-même comme chargée d'électricité positive se dégageant du sol et des mers par voie de simple émission, et rayonnant de toute sa surface, aux pôles comme à l'équateur, en produisant

des effets très-différents dans l'atmosphère, par suite des conditions météorologiques tout à fait opposées de ces régions.

» En admettant cette dernière hypothèse, on pourrait conclure que les aurores polaires résultent de la diffusion dans les couches supérieures de l'atmosphère, autour des pôles magnétiques, de l'électricité positive émanant des régions polaires elles-mêmes, soit en rayons obscurs, quand il n'y a pas d'obstacle interposé, soit convertie en chaleur et en lumière par la rencontre d'amas aqueux, à l'état liquide ou solide, qu'elle vaporise avec bruit et précipite de nouveau, sous forme de pluie ou de neige, à la surface du globe. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Source d'oxyde de carbone, caractéristique des formines et des alcools polyatomiques;* par M. **Lorin**.

« I. Dans deux Notes insérées, l'année dernière, aux *Comptes rendus*, j'ai indiqué l'analogie que présente l'éthérification de l'acide oxalique *ordinaire* et d'un alcool polyatomique avec l'éthérification d'un alcool monoatomique et de l'acide sulfurique, et, comme conséquence, la vérification en grand, et faite autrefois, d'un procédé de préparation industrielle d'un acide formique assez concentré. J'ai insisté sur l'éthérification de l'acide oxalique *déshydraté* et d'un alcool polyatomique, glycérine, glycol, mannite, qui a conduit à une nouvelle préparation, facile et industrielle, de l'acide formique très-concentré, et presque exempt d'eau avec l'érythrite. Actuellement, j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie quelques résultats d'études ayant pour objet de résoudre cette question de fait : *qu'il est impossible, avec l'acide oxalique déshydraté et un alcool polyatomique, d'obtenir, par une seule opération, un acide formique d'une concentration absolue. Une conséquence de ces études est une caractéristique des formines, laquelle est aussi une nouvelle caractéristique des alcools polyatomiques.*

» II. Je rappelle que, dans la réaction de l'acide oxalique *déshydraté* et d'un alcool polyatomique, il se produit toujours, après un certain nombre d'additions de cet acide, nombre variable avec l'alcool employé, une action secondaire qui donne naissance à l'oxyde de carbone apparaissant d'abord dans une proportion de 2 à 3 pour 100 du volume du gaz, et augmentant avec de nouvelles additions d'acide et avec la température; que la richesse de l'acide formique qui s'accroît, puis se maintient tout le temps que la proportion d'oxyde de carbone est faible, finit par décroître en restant très-élevée; que l'érythrite n'a pas présenté cette décroissance, ce qui a permis

d'obtenir un acide formique plus concentré qu'avec les autres alcools; et qu'enfin l'acide oxalique *ordinaire* ne donne d'oxyde de carbone dans la réaction qu'en atteignant 140 degrés.

» III. *Caractéristique des formines.* — 1° *Cas de l'acide oxalique déshydraté.* — Le dégagement anormal de l'oxyde de carbone, qui a lieu à une température bien inférieure à 100 degrés, dû à la décomposition des formines, sert de caractéristique à cette classe d'éthers, comme l'indique surtout l'expérience suivante. Si, lorsque la glycérine a servi à la production d'une grande quantité d'acide formique concentré, on fait une dernière addition d'acide oxalique (100 grammes), on constate que le rapport de l'acide carbonique et de l'oxyde, qui est au début de 20 à 22 en volumes, diminue et devient 10 quand une quinzaine de litres de gaz se sont dégagés. Ce rapport atteint l'égalité avec 20 litres de gaz; puis il diminue très-rapidement, tombe à quelques centièmes et reste à l'état de traces, pendant le long temps que dure le dégagement gazeux, toujours obtenu à l'aide d'un bain d'eau salée. La richesse de l'acide formique décroît au fur et à mesure que la proportion d'oxyde de carbone augmente : de 80 pour 100 qu'elle était vers le dixième litre de gaz, elle tombe à 73, à 65 et enfin à 54, alors qu'on a épuisé complétement l'action modérée de la chaleur sur le résidu de l'éthérification. Quoique le produit final ne dégage plus que difficilement de l'oxyde de carbone, l'acide sulfurique en donne, et sa richesse en acide ou acide formique latent atteint encore 25 pour 100.

» Après le boursouflement qui a mis fin à l'opération, on avait une matière noirâtre, visqueuse, ayant l'apparence de la glu, contenant très-peu de glycérine, et semblant constituer une sorte de goudron spécial. L'acide formique recueilli n'a pas révélé la présence de produits allyliques. Les autres alcools polyatomiques ont fourni des résultats analogues à ceux de la glycérine : 75 litres dont les deux tiers d'oxyde de carbone avec la dulcite.

IV. *Deuxième cas de l'acide oxalique ordinaire.* — La distillation a été faite sur le produit résultant d'une saturation de la glycérine par l'acide formique de l'acide oxalique ordinaire, lorsqu'on obtient normalement de l'acide formique à 56 : ce produit contenait quelques centièmes d'acide formique libre, de cet acide combiné répondant à la monoformine, et des traces de formines supérieures et d'acide oxalique ou d'oxaline. *La distillation s'est maintenue de* 130 *à* 135 *degrés,* en dégageant une très-grande quantité d'oxyde de carbone, exempt d'acide carbonique. Le dégagement gazeux s'est montré régulier pendant trois jours consécutifs, avec production simultanée d'eau, d'acide formique titrant 50, et sans composés allyliques.

Par suite du boursouflement de la matière, qui a mis fin à l'opération, on a encore un résidu visqueux, gluant, contenant de l'oxyde de carbone et de l'acide formique latents, et analogue ou identique à celui qu'avait donné l'acide oxalique déshydraté.

» Les autres alcools polyatomiques ne font pas exception : en particulier, la monoformine brute du glucose (70 grammes), contenant une assez notable proportion d'acide formique, s'est décomposée de 135 à 140 degrés en donnant 9 litres d'oxyde de carbone avec quelques centimètres cubes d'acide carbonique par litre. Une nouvelle distillation du produit total du récipient n'a plus fourni de gaz ni de résidu charbonneux.

» V. *Nouveau mode de préparation de l'oxyde de carbone.* — Ces expériences ont été variées de plusieurs manières et répétées sur de nombreux échantillons, et en particulier sur les monoformines brutes conservées depuis la publication de mon Mémoire à l'Académie, en 1865, sur l'*Action réciproque de l'acide oxalique ordinaire et de la glycérine.* Je le résume dès maintenant dans ce nouveau mode de production de l'oxyde de carbone : *Lorsqu'on a saturé un alcool polyatomique proprement dit par l'acide formique, au moyen de l'acide oxalique ordinaire, si l'on maintient la formine brute à* 135 *degrés, on obtient un dégagement régulier et constant d'oxyde de carbone. On a la quantité maximum de ce gaz, en inclinant la cornue tubulée vers la panse. On relie le col étiré de la cornue avec un petit flacon de liqueur alcaline pour absorber des traces des acides formique et carbonique.* Une opération m'a fourni plus de 60 litres d'oxyde de carbone.

» VI. Parmi d'autres conséquences, je cite celle-ci : Les éthers formiques des alcools monoatomiques ne se décomposant pas en donnant de l'oxyde de carbone, la décomposition des formines brutes devient une nouvelle caractéristique des alcools polyatomiques.

» Ces recherches sont continuées au laboratoire des Hautes Études à l'École Centrale. »

GÉOLOGIE. — *Sur la canga du Brésil et sur le bassin d'eau douce de Fonseca ;* par M. GORCEIX.

« Dans plusieurs provinces du Brésil, on désigne sous le nom de *canga* un conglomérat ferrugineux qui est exploité comme minerai de fer ou comme minerai d'or, et qui peut aussi contenir du diamant. Les idées les plus disparates ont été émises sur son âge et sur son origine; suivant d'Eschwege, il représente le *Roth todt liegendes* dans la province de Minas

Geraes; d'autres l'ont considéré comme une roche éruptive, à cause d'une structure caverneuse qui, lorsqu'il est altéré par l'eau, le fait jusqu'à un certain point ressembler à une lave. Les observations que j'ai faites établissent, au contraire, que c'est un conglomérat moderne, qui provient du remaniement des *itabirites*.

» En effet les couches de *canga* s'observent sur les flancs des montagnes formées d'itabirites. Pendant la saison des pluies, les itabirites sont ravinées par les eaux et fournissent des débris dont le grain diminue à mesure qu'on s'éloigne de la base de la montagne. Ces débris sont ensuite cimentés par des eaux ferrugineuses et passent alors à l'état de *canga*. La roche participe du reste de la nature des itabirites desquelles elle provient : ainsi, elle est tantôt manganésifère, tantôt aurifère et susceptible d'être exploitée, comme près d'Itabira-de-Matto-Dentro, où de l'or se rencontre dans la variété d'itabirite friable qui est connue sous le nom de *jacutinga*.

» A l'est de la Serre de Carace, les couches de *canga* peuvent atteindre 10 mètres; elles présentent un conglomérat très-dur, qui est presque entièrement composé de fer oligiste, et qui repose directement sur le gneiss et les schistes cristallins; mais, à Fonseca, elles recouvrent des couches de sable avec une argile blanche, qui ont une épaisseur de 22 mètres, et au-dessous desquelles j'ai trouvé 4 mètres de schistes avec minces couches de lignites. Ces derniers schistes sont très-riches en empreintes végétales parfaitement conservées, et qui, d'après M. Glaziou, appartiennent toutes à la flore actuelle de la région (*Schizolobium excelsum, Mimosa calodendron, Miconia lingustroïdes*).

» Il existait vraisemblablement un lac, à Fonseca, dans les eaux duquel tombaient les feuilles des végétaux qui croissaient sur ses bords. Puis, des torrents ont raviné les flancs de la Serre d'Espinhaço en entraînant au loin des débris d'itabirite qui, cimentés ensuite, ont passé à l'état de *canga*. Le lac a, d'ailleurs, été desséché, et les eaux ont pris leur régime actuel.

» Les *cascalhos* diamantifères, que l'on a quelquefois confondus avec de véritables grès, se sont formés de la même manière. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les causes qui ont amené le retrait des glaciers dans les Alpes.* Note de M. L. **Gruner**, présentée par M. Ch. Sainte-Claire Deville.

« Le retrait des glaciers dans les Alpes a été constaté depuis plusieurs années par un grand nombre de savants et de touristes.

» En 1865, M. Ch. Martins écrivait, dans les *Archives de Physique* de

Genève, que les glaciers du mont Blanc avaient cessé de progresser vers 1854, et qu'en douze ans, de 1854 à 1865, le glacier des Bossons avait reculé de 332 mètres, celui des Bois de 188 mètres, celui de l'Argentière de 181 mètres, et celui du Four de 520 mètres (1). Il ajoutait qu'un retrait analogue s'observait sur le versant sud du mont Blanc, ainsi que dans les parties hautes du massif, au col du Géant.

» En 1866, M. de Billy annonçait à la Société géologique que l'amoindrissement des glaciers s'observait non-seulement autour du mont Blanc, mais encore dans le Valais, l'Oberland bernois, les Grisons et le Tyrol. Cependant il ajoutait que certains glaciers semblaient faire exception; que, dans la vallée de Zermatt, le glacier de Gorner n'avait cessé de s'avancer qu'en 1859, tandis que le glacier voisin de Findelen reculait déjà vers 1844.

» Le même contraste pouvait être observé jusque dans ces dernières années, sur les deux versants du col du Grimsel. Au nord, le glacier de l'Aar continuait à avancer, tandis qu'au sud celui du Rhône reculait depuis longtemps. Aujourd'hui cependant, l'anomalie a cessé au Grimsel comme dans la vallée de Zermatt, ainsi que me l'apprend une récente lettre de M. Studer, l'éminent directeur de la carte géologique suisse. Le retrait est bien général.

» Il peut y avoir retard d'un glacier sur un autre, retrait plus ou moins rapide selon les lieux ; mais il n'y a pas désaccord prolongé. Les causes de ces diversités d'allure sont d'ailleurs évidentes. Elles ont été signalées par MM. de Billy et Ch. Martins. Ce sont l'étendue, plus ou moins grande, des bassins d'alimentation, l'exposition des glaciers quant au soleil et aux vents régnants, leur pente plus ou moins considérable, enfin, l'accumulation de roches protectrices à la surface de certains glaciers peu inclinés, comme celui de l'Aar.

» Ainsi, le fait du recul des glaciers alpins n'est pas douteux. Quelle en est la cause?

» MM. Ch. Martins et de Billy mentionnent, l'un et l'autre, d'une façon générale, les étés chauds et secs des années 1863, 1864, 1865, et les faibles chutes de neige des hivers correspondants. Il est évident *a priori* qu'on ne peut guère chercher ailleurs la cause de cet amoindrissement général des glaciers. Cependant, il m'a semblé qu'il pouvait y avoir quelque intérêt à

(1) D'après une lettre que je viens de recevoir de M. Venance Payot, naturaliste à Chamonix et auteur d'un guide itinéraire au mont Blanc, le retrait des glaciers de Chamonix atteindrait aujourd'hui 1000 mètres, et leur ablation 100 mètres.

vérifier le fait d'une façon positive; il fallait d'ailleurs remonter au delà de 1863, puisque le retrait se manifeste au mont Blanc dès 1854.

» J'ai donc consulté les résumés météorologiques publiés chaque année par M. Plantamour, d'après les observations faites à Genève et au Grand-Saint-Bernard.

» Or voici, d'après le savant directeur de l'Observatoire de Genève, les éléments du climat de la première de ces stations, calculés pour la période de trente-cinq années, écoulées de 1826 à 1860 (*Archives de Physique*, 5e série, vol. XIX, p. 30).

Température moyenne	$+ 9^{\circ},16$
Chutes d'eau annuelles	$0^{m},825$

l'altitude de la station étant de 405 mètres.

» D'autre part, les observations faites au Grand-Saint-Bernard à l'altitude de 2475 mètres donnent, pour la période de vingt ans, comprise entre 1841 et 1860 (*Archives de Physique*, 5e année, t. XIII, p. 31):

Température moyenne	$-2^{\circ},04$
Chutes d'eau annuelles	$1^{m},287$

et, comme hauteur moyenne annuelle des chutes de neige accumulées, 10 mètres.

» Je dois ajouter, toutefois, que M. Plantamour ne considère ce dernier chiffre que comme une sorte de donnée approximative, à cause des difficultés que présente la mesure exacte des hauteurs de neige.

» Eh bien, si l'on calcule maintenant les mêmes moyennes pour la période des quatorze dernières années (1861 à 1874), dont les résumés annuels ont été publiés par M. Plantamour, on trouve les résultats suivants pour Genève :

Température moyenne	$+9^{\circ},79$
Chutes d'eau annuelles	$0^{m},741$

et pour le Grand-Saint-Bernard :

Température moyenne	$-1^{\circ},12$
Chutes d'eau annuelles	$1^{m},083$

comme hauteur moyenne annuelle des chutes de neige accumulées : $4^{m},846$.

» Ainsi donc la période 1861-1874 donne, comparativement à la période antérieure de vingt ans au Saint-Bernard, un accroissement de température de $0^{\circ},92$ et une diminution d'eau de $0^{m},204$; et, ce qui est surtout remarquable, une réduction de *moitié* dans les chutes de neige, $4^{m},846$ au lieu de 10 mètres.

» Pour Genève, les quatorze dernières années donnent, sur la période antérieure de trente-cinq ans, un excédant de température de 0°,63, et une diminution de hauteur d'eau de 0^m,084.

» J'ajouterai à ces chiffres, qui sont significatifs par eux-mêmes, que M. Plantamour fait, dans ses résumés annuels, à diverses reprises, la remarque que l'hiver s'est passé à Genève presque sans neige, et que la série des huit années, 1861 à 1868, a été surtout remarquable par l'élévation soutenue de la température. Il signale aussi plusieurs étés comme exceptionnellement *secs* et *chauds*.

» La cause du retrait des glaciers est, par suite, évidente; mais cette température moyenne plus élevée depuis quinze ans, et cette plus grande sécheresse de l'atmosphère sont-elles plus générales en Europe, ou spéciales à la région des Alpes? Il serait intéressant de le constater. Est-ce un fait local, ou faut-il l'attribuer à une modification du Soleil lui-même? Ce changement sera-t-il permanent ou suivi d'un nouveau retour de froid et d'humidité? Ce sont là autant de questions que je ne me charge pas de résoudre, mais que je crois pouvoir signaler à l'attention des météorologistes. Ajoutons seulement que, pendant le moyen âge, les glaciers des Alpes étaient moins étendus qu'aujourd'hui, ce qui semble indiquer dans le phénomène une certaine périodicité. »

M. E. Charavay fait hommage à l'Académie de deux pièces autographes:

1° Une Lettre originale de *Leibnitz*, du 8 février 1700, par laquelle ce savant remercie l'Académie des Sciences de l'avoir admis parmi ses Associés;

2° Un Rapport autographe de *Laplace* sur l'action réciproque des pendules et sur la vitesse du son dans les diverses substances, Rapport lu à l'Académie des Sciences le 25 novembre 1816.

M. M. Cagnant adresse une Note sur un gisement de kaolin situé dans le département de la Mayenne, à Saint-Beaudelle. Ce kaolin lui paraît éminemment propre à une fabrication économique du sulfate d'alumine, qui pourrait être employé à la clarification des eaux d'égout de la ville de Paris.

A 5 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 28 FÉVRIER 1876.

(SUITE.)

Le principe radical de la musique et la tonalité moderne, etc.; par F.-A. RENAUD. Paris, Tolra et Haton, 1870; in-8°.

Du rôle de la Science dans l'Art musical; par F.-A. RENAUD. Paris, Haton, 1872; br. in-8°.

Étude sur les diverses interprétations des évaluations de la gamme diatonique majeure, etc; par F.-A. RENAUD. Paris, 1871; br. in-8°.

Rapport sur le projet d'une nouvelle carte géologique de la Belgique. Liége, imprimerie Vaillant-Carmanne; opuscule in-8°.

Sur l'étage dévonien des psammites du Condroz dans le bassin de Theux, dans le bassin septentrional (entre Aix-la-Chapelle et Ath) et dans le Boulonnais; par M. MOURLON. Rapport de M. G. DEWALQUE. Bruxelles, imprimerie de F. Hayez; opuscule in-8°.

Sur l'étage dévonien des psammites du Condroz, en Condroz; par M. MOURLON. Rapport de M. G. DEWALQUE. Bruxelles, imprimerie F. Hayez, opuscule in-8°.

Académie royale de Belgique. Classe des Sciences. Jugement du Concours annuel. Rapport de M. G. DEWALQUE. Bruxelles, imprimerie F. Hayez, sans date; br. in-8°.

Compte rendu de la réunion extraordinaire de 1874 tenu à Marche, du 4 au 6 octobre; par G. DEWALQUE. Sans lieu ni date; br. in-8°.

Recueil de Mémoires et observations sur l'hygiène et la médecine vétérinaires militaires; 2e série, t. II. Paris, J. Dumaine, 1875; in-8°.

Leçons de Pathologie générale. Les grands processus morbides; par J.-J. PICOT, avec une Préface de M. le Prof. ROBIN; t. I, avec figures; t. II, 1er fascicule, pages 1 à 288. Paris, G. Masson, 1876; in-8°. (Présenté par M. Ch. Robin pour le Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1876.)

Nouvelles Annales de la construction; publication rapide et économique des documents les plus récents et les plus intéressants, etc.; C.-A. OPPERMANN, directeur. Paris, J. Baudry, 22e année, janvier, février 1876; 2 liv. in-4°.

Memorias de la Comision del Mapa geologico de España. Descripcion fisica, geologica y agrologica de la provincia de Cuenca; por DANIEL DE CORTAZAR. Madrid, imprimerie de M. Tello, 1875; grand in-8°.

Boletin de la Comision del Mapa geologico de España; t. II, cuadernos 1°, 2°, 3°. Madrid, imprimerie de M. Tello, 1875; 2 liv. in-8°.

Le materie politiche relative all' estero degli Archivi di Stato Piemontesi, indicate da Nic. BIANCHI. Bologna e Modena, Zanichelli, 1876; in-8°.

Atti del reale Istituto d'incorraggiamento alle Science naturali, economiche e tecnologiche di Napoli; 2da série, t. XII. Napoli, 1875; in-4°.

OUVRAGES REÇUS PENDANT LA SÉANCE DU 6 MARS 1876.

Études sur le Phylloxera et sur les sulfocarbonates; par M. DUMAS. Paris, 1876; br. in-8°. (Extrait des *Annales de Chimie et de Physique*, t. VII.)

Histoire de la Philosophie moderne dans ses rapports avec le développement des sciences de la nature, ouvrage posthume de FERNAND PAPILLON, publié sur le désir de sa famille par Ch. LÉVÊQUE, membre de l'Institut; t. I. Paris, Hachette et Cie, 1876; in-8°.

Nouveau système du monde ou les premières forces de la nature; par Eug. LAVAUX; 3e édition. Paris, chez tous les libraires, 1876; in-8°.

Ch. BRAME. *Quelques traits de l'histoire physico-chimique et naturelle de l'eau.* Tours, imp. Rouillé-Ladevèze, sans date; opuscule in-8°.

Observations sur le développement des algues d'eau douce composant le genre Batrachospermum; *par* M. SIRODOT. Paris, Martinet, 1875; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société botanique de France.*) [Présenté par M. Decaisne.]

Mémorial de l'Artillerie de la marine; t. III, liv. 1, 2, 3. Paris, typ. Chamerot, 1875; 3 liv. in-8°, avec Atlas in-fol.

Aide-mémoire d'artillerie navale (annexe au *Mémorial de l'Artillerie de la marine*), 1875; liv. 1, 2. Paris, typ. Chamerot, 1876; 2 liv. in-8°, avec Atlas in-fol.

Journal du ciel. Notions populaires d'Astronomie pratique. Astronomie pour tous; par J. VINOT; 11e année, 1875. Paris, cour de Rohan, 1876; in-8°.

Note sur les caractères d'une larve d'insectes orthoptères, de la famille des Éphémérines (genre Caenis); *par* le Dr E. JOLY. Digne, imp. Barbaroux, Chaspoul et Constans, 1874; br. in-8°.

Contributions pour servir à l'histoire naturelle des Éphémérines; n° 2 : *Description de la nymphe d'une Éphémérine à très-longues soies caudales,* Palingenia Rœselii, *Nob., observée pour la première fois sur les bords de la Garonne, au mois de septembre* 1868; *par* E. JOLY. Cherbourg, 1871; br. in-8°.

E. JOLY. *Sur le prosopistoma.* Rennes, typ. Oberthur, 1876; opuscule in-8°.

Recherches sur la culture de la betterave à sucre; par A. PETERMANN. Bruxelles, G. Mayolez, 1876; br. in-8°.

Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux. Extrait des procès-verbaux des séances. Bordeaux, G. Gounouilhou, 1876; in-8°.

Mémoires de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux; t. I (2e série), 2e cahier. Paris, Gauthier-Villars; Bordeaux, Chaumas-Gayet, 1876; br. in-8°.

La monnaie bimétallique; par M. H. CERNUSCHI. *La pacification monétaire par la réhabilitation de l'argent.* Paris, Éthiou-Pérou. 1876; opuscule in-4°.

Il passaggio di Venere sul Sole dell' 8-9 *dicembre* 1874 *osservato a Muddapur nel Bengala.* Relazione di P. TACCHINI, pubblicata a spese del Ministero della pubblica Istruzione. Palermo, stabilimento typ. Lao, 1875; in-4°. (Renvoi à la Commission du passage de Vénus.)

Ogni corpo è visibile per luce sua propria. Ricerche fisiche intorno alla luce ed ai colori proprii dei corpi; per TOM. MANDOJ ALBANESE. (2 exemplaires.)

Effetti del muco acido genitale della donna sui ne maspermi, sperienze di A. MORIGGIA. Roma, coi tipi del Salviucci, 1875; in-4°.

Sulla velenosita naturale dell' estratto di cadavere umano, sperienze del prof. A. MORIGGIA e del Dott. assistente ATTILIO BATTISTINI. Roma, coi tipi del Salviucci, 1875; in-4°.

Sulla fecondazione artificiale negli animali, sperienze di A. MORIGGIA. Roma, coi tipi del Salviucci, 1875; in-4°.

L'amigdalina, sperienze fisio-tossicologiche del prof. A. MORIGGIA e di G. OSSI. Roma, coi tipi del Salviucci, 1876; in-4°.

Geografia fisica de la Republica de Chile; por A. PISSIS. Instituto geografico de Paris, Ch. Delagrave, 1875; 1 vol. in-8°, avec Atlas in-4° oblong.

Circular-n° 8. *War department, surgeon-general's office, Washington, may I,* 1875. *A Report on the hygiene of the United States army, with descriptions of military posts.* Washington, government printing office, 1875; in-4°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Ouvrages reçus dans la séance du 13 mars 1876.

Carte géologique de la France; livraisons 2, 3, comprenant les feuilles 4, 5, 6, 7, 20, 21 et 22, avec légende explicative.

Recueil de Mémoires de Médecine, de Chirurgie et de Pharmacie militaires, publié par ordre du Ministre de la Guerre, 3e série, t. XXXI. Paris, V. Rozier, 1875; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société industrielle et agricole d'Angers et du département de Maine-et-Loire, 1875; 2e, 3e, 4e trimestres. Angers, E. Barassé, 1876; in-8°.

Les insectes, Traité élémentaire d'Entomologie; par Maurice Girard, t. II, fascicule I : *Orthoptères, Névroptères,* avec Atlas de 8 planches. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1876; 1 vol. in-8°.

Rapport sur les insectes qui attaquent et détruisent les bois ouvrés et spécialement les frises de parquet; par M. Maurice Girard. Paris, typ. Tolmer et Joseph, 1876; br. in-4°.

Étude sur la mélancolie. Des troubles de la sensibilité générale chez les mélancoliques; par M. le Dr J. Christian. Paris, G. Masson, 1876; in-8°.

Expériences pratiques de la boussole circulaire, faites à bord des navires de l'État et de la marine marchande; par E. Marin-Duchemin. Paris, Arnaud et Labat, 1876; br. in-4°.

Législation des mines et situation de l'industrie métallurgique de l'Algérie à la fin de 1875; par M. Ville. Alger, Gavault Saint-Léger, 1876; br. in-4°.

Ministère des Travaux publics. Mines. Instruction sur les mesures de sûreté à prendre dans les mines à grisou et spécialement sur l'aérage de ces mines. Imprimerie Nationale, 1872; in-4°.

Ces deux ouvrages, présentés par M. Daubrée, sont renvoyés à la Commission du Grisou.

Notes of a voyage to Kerguelen island to observe the transit of Venus, 8 december, 1874; by the Rev. S.-J. Perry. Manresa press, Rœhampton, 1876; in-8°. [Présenté par M. d'Abbadie.] (Renvoi à la Commission du passage de Vénus.)

The complete Works of count Rumford, published by the american Academy of Arts and Sciences; vol. IV. Boston, 1875; in-8°.

Astronomical and magnetical and meteorogical observations made at the royal Observatory Greenwich, in the year 1873, *under the direction of sir*

G.-B. Airy. London, printed by G.-E. Eyre and W. Spottiswoode, 1875; in-4°.

The admiralty list of lights on the north and west coasts of France, Spain and Portugal, Azores, Madeira, Canary, Islands, etc., 1876. London, 1876; in-8°.

The admiralty list of lights in the North sea (Belgium, Holland, Danmark, Germany, Russia, Sweden, Norway), the Baltic and the Withe sea, 1876. London, 1876; in-8°.

The admiralty list of lights in the Mediterranean, Black and Azof seas and gulf of Suez, 1876. London, 1876; in-8°.

The admiralty list of lights in the United-States of America 1876. London, 1876; in-8°.

The admiralty list of lights on the coasts and lakes of british North America, 1876. London, 1876; in-8°.

The admiralty list of lights in the west India islands and adjacent coasts, 1876, London, 1876; in-8°.

The admiralty list of lights on the west, south and south-east coasts of Africa, Madeira, Canary, Islands, etc., 1876. London, 1876; in-8°.

The admiralty list of lights in south America western coast of north America, Pacific Islands, etc., 1876. London, 1876; in-8°.

The admiralty list of lights in south Africa, east Indies, China, Japan, Australia, Tasmania and New-Zealand, 1876. London, 1876; in-8°.

The admiralty list of lights in the British Islands, 1876. London, 1876; in-8°.

Tide Tables for the british and irish ports, for the year 1876. London, 1876; in-8°.

Remarks on Davis strait, Baffin bay, Smith sound, and the Channels thence Northward to 82°15′ N. London, 1875; in-8°.

Toutes ces brochures, transmises par l'Amirauté anglaise, sont accompagnées de trente-trois cartes.

(A suivre.)

ERRATA.

(Séance du 6 mars 1876.)

Page 540, au dénominateur de la formule (7), *remplacer* $r_1 t_1$ *par* $r_1 n_1$, *et* $\frac{n_0 p_0}{A}$ *par* $\frac{n_0 p_0}{A \rho_0}$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 MARS 1876.

PRÉSIDENCE DE M. LE VICE-AMIRAL PÂRIS.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la première méthode de Jacobi pour l'intégration des équations aux dérivées partielles du premier ordre;* par **M. J. Bertrand.**

« Considérons une équation aux dérivées partielles du premier ordre sous la forme aujourd'hui classique adoptée par Jacobi

$$(1) \qquad \frac{dV}{dt} + H(t, q_1, q_2, \ldots, q_n, p_1, p_2, \ldots, p_n) = 0,$$

où p_i, suivant la notation de l'illustre géomètre, désigne la dérivée $\frac{dV}{dq_i}$, le système canonique corrélatif étant

$$(2) \qquad \left\{ \begin{array}{ll} \frac{dq_1}{dt} = \frac{dH}{dp_1}, & \frac{dp_1}{dt} = -\frac{dH}{dq_1}, \\ \frac{dq_2}{dt} = \frac{dH}{dp_2}, & \frac{dp_2}{dt} = -\frac{dH}{dq_2}, \\ \ldots\ldots\ldots, & \ldots\ldots\ldots\ldots, \\ \frac{dq_n}{dt} = \frac{dH}{dp_n}, & \frac{dp_n}{dt} = -\frac{dH}{dq_n}. \end{array} \right.$$

» Jacobi a prouvé que toute solution complète de l'équation (1) permet

d'intégrer le système (2) par de simples différentiations, et que, réciproquement, l'intégration du système (2) fournit, par une quadrature, une solution complète de l'équation (1).

» La démonstration de Jacobi et les modifications indispensables, proposées depuis par plusieurs géomètres, laissent ces deux théorèmes indépendants et distincts. Le second, cependant, est une conséquence immédiate du premier, et le lien évident qui les unit montre en même temps les diverses formes qu'il convient d'adopter quand l'énoncé primitif est en défaut.

» Le premier théorème de Jacobi s'énonce de la manière suivante :

» *Soit*

$$V = \varphi(t, q_1, q_2, \ldots, q_n, \alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n) \tag{3}$$

une solution complète de l'équation (1); *les intégrales du système* (2) *sont représentées par les équations*

$$\left\{\begin{array}{lll} \dfrac{dV}{d\alpha_1} = \beta_1, & \dfrac{dV}{d\alpha_2} = \beta_2, \ldots, & \dfrac{dV}{d\alpha_n} = \beta_n; \\ \dfrac{dV}{dq_1} = p_1, & \dfrac{dV}{dq_2} = p_2, \ldots, & \dfrac{dV}{dq_n} = p_n. \end{array}\right. \tag{4}$$

» La vérification de ce beau théorème, aujourd'hui classique, ne présente aucune difficulté.

» Supposons maintenant que, par un moyen quelconque, on ait intégré complétement le système (2) et exprimé, par suite, $q_1, q_2, \ldots, q_n, p_1, p_2, \ldots, p_n$ en fonction de t et de $2n$ constantes arbitraires; nous allons montrer qu'on peut en déduire une solution complète de (1).

» Soit, en effet,

$$V = \varphi(q_1, q_2, \ldots, q_n, t, \alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n)$$

une telle solution : les équations (4) forment la solution générale du système (2); et, l'équation $\frac{dV}{dt} = -H$ étant satisfaite identiquement, on a

$$V = \int p_1\,dq_1 + p_2\,dq_2 + \ldots + p_n\,dq_n - H\,dt, \tag{5}$$

où $q_1, q_2, \ldots, q_n$ et t sont considérés comme des variables indépendantes, et $p_1, p_2, \ldots, p_n$ des fonctions de ces variables définies par la seconde ligne des équations (4).

» Ces équations, qui définissent $p_1, p_2, \ldots, p_n$ dans la formule (5), étant une partie seulement des intégrales de (2), si nous posons

$$W = \int_{t_0}^{t} p_1\,dq_1 + p_2\,dq_2 + \ldots + p_n\,dq_n - H\,dt. \tag{6}$$

En considérant cette fois $p_1, p_2,\ldots, p_n, q_1, q_2,\ldots, q_n$ comme des fonctions de t définies par le système (2) et conservant toute la généralité compatible avec cette définition, V et W deviendront évidemment deux formes différentes d'une même fonction, pourvu que dans V on suppose l'intégration faite entre les valeurs des variables correspondant à $t = t_0$, $t = t$ (les valeurs initiales et finales de $q_1, q_2,\ldots, q_n$ restant arbitraires), la seule différence de V et de W étant que les variables $q_1, q_2,\ldots, q_n$ et t, indépendantes dans V, sont liées dans W par les équations qui forment les intégrales complètes du système (2). V peut être considéré comme l'expression même de W, calculée conformément à la définition, en profitant de la forme particulière des intégrales exprimées par le système (4), comme on aurait évidemment le droit de le faire si ces intégrales nous étaient connues.

» L'équation (5) donne, en désignant par φ l'intégrale indéfinie,

$$(7)\quad \left\{\begin{array}{l} V = \varphi(q_1, q_2,\ldots, q_n, t, \alpha_1, \alpha_2,\ldots, \alpha_n) \\ \qquad - \varphi(q_1^0, q_2^0,\ldots, t_n^0, t_0, \alpha_1, \alpha_2,\ldots, \alpha_n) = \varphi - \varphi_0, \end{array}\right.$$

et les formules (6) et (7) sont deux expressions différentes d'une même fonction W de $2n + 1$ variables indépendantes exprimée dans (6) au moyen de t et de $2n$ constantes, et dans (7) au moyen de $3n + 1$ quantités, $t, q_1, q_2,\ldots, q_n, q_1^0, q_2^0,\ldots, q_n^0, \alpha_1, \alpha_2,\ldots, \alpha_n$, que les équations (4), si elles étaient connues, permettraient de réduire à $2n + 1$.

» La fonction W, sous la forme (7), est une solution complète de (1); elle ne l'est pas sous la forme (6) et ne saurait l'être évidemment, puisque les variables $q_1, q_2,\ldots, q_n$ n'y figurent pas. Après avoir déduit des intégrales de (2) la fonction W sous la forme (6), il est donc nécessaire de la transformer en faisant usage des équations qui lient $q_1, q_2,\ldots, q_n$ à t et aux constantes pour lui donner, soit la forme (7), soit une autre forme équivalente, satisfaisant aussi à l'équation (1).

» Il n'est pas possible d'obtenir la forme (7) elle-même, puisque les relations qui lient les constantes $\alpha_1, \alpha_2,\ldots, \alpha_n$ à celles qui figurent dans (6) nous sont inconnues; mais, si nous adoptons pour variables dans les deux expressions, $q_1, q_2,\ldots, q_n, q_1^0, q_2^0,\ldots, q_n^0$ et t, elles deviendront identiques, puisque ces variables sont indépendantes et au nombre de $2n + 1$; or nous allons prouver que l'expression (7), en se transformant ainsi, ne perd pas la propriété de satisfaire à (1), et que, par conséquent, l'expression (6) doit l'acquérir.

» Pour transformer l'expression (7) en fonction des variables indiquées, il faut en effet remplacer les constantes $\alpha_1, \alpha_2,\ldots, \alpha_n$ par leurs valeurs en

fonction de ces variables; or, après cette substitution, $\frac{dV}{dq_i}$ s'exprimera par la même fonction des lettres qui figurent dans son expression actuelle, et il en sera de même de $\frac{dV}{dt}$, en sorte que l'équation (1), identiquement satisfaite, quelles que soient les constantes $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n$, le sera encore malgré leur signification nouvelle.

» On a, en effet, en désignant par $\left(\frac{dV}{dq_i}\right)$ et $\left(\frac{dV}{dt}\right)$ les dérivées prises après que $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n$ ont été remplacés par leurs valeurs en fonctions des variables nouvelles,

$$\left(\frac{dV}{dq_i}\right) = \frac{dV}{dq_i} + \sum \frac{dV}{d\alpha_k}\frac{d\alpha_k}{dq_i},$$
$$\left(\frac{dV}{dt}\right) = \frac{dV}{dt} + \sum \frac{dV}{d\alpha_k}\frac{d\alpha_k}{dt};$$

or on a, d'après la forme de la fonction V (7),

$$\frac{dV}{d\alpha_k} = \frac{d\varphi}{d\alpha_k} - \frac{d\varphi_0}{d\alpha_k},$$

et, puisque $\frac{d\varphi}{d\alpha_k} =$ const. est une intégrale du système (2),

$$\frac{dV}{d\alpha_k} = 0.$$

» On en conclut

$$\left(\frac{dV}{dq_i}\right) = \frac{dV}{dq_i},$$
$$\left(\frac{dV}{dt}\right) = \frac{dV}{dt},$$

et les dérivées de la fonction V satisfont, par conséquent, après la transformation, à l'équation (1) qui était satisfaite pour toutes les valeurs des constantes $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n$.

» M. Mayer a fait observer judicieusement que les variables $q_1, q_2, \ldots, q_n$, $q_1^0, q_2^0, \ldots, q_n^0$ prescrites par Jacobi ne peuvent pas toujours être regardées comme indépendantes. Il peut arriver qu'il existe entre elles, en vertu des équations (2), des relations nécessaires. Il peut arriver aussi que le calcul de V donne V = 0, et dans ce cas encore, soit qu'il coïncide avec le précédent, soit qu'il se produise indépendamment de lui, la méthode de Jacobi est en défaut. Les explications qui précèdent permettent de la transformer très-simplement pour éviter ces inconvénients.

» Adoptons en effet pour variables

$$q_1, q_2, \ldots, q_n, t, q_1^0, q_2^0, \ldots, q_k^0, p_{k+1}^0, p_{k+2}^0, \ldots, p_n^0,$$

k étant un nombre arbitraire inférieur à n. Ces variables étant au nombre de $2n+1$, si les équations (2) les laissent indépendantes, elles pourront servir à exprimer les lettres qui figurent dans ces équations et les constantes introduites par l'intégration, parmi lesquelles il faut compter $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n$. Les fonctions W et V deviendront donc identiques par l'introduction de ces variables; or on peut transformer la première et prouver que la seconde, augmentée de termes nouveaux que nous allons obtenir, satisfait, après la transformation, à l'équation proposée (1).

» On a en effet, en adoptant encore la notation $\left(\frac{dW}{dq_i}\right)$ pour désigner la dérivée de W après les transformations,

$$\left(\frac{dV}{dq_i}\right) = \frac{dV}{dq_i} + \sum_1^n \frac{dV}{d\alpha_k}\frac{d\alpha_k}{dq_i} + \sum_{k+1}^n \frac{dV}{dq_{k'}^0}\frac{dq_{k'}^0}{dq_i},$$

$$\left(\frac{dV}{dt}\right) = \frac{dV}{dt} + \sum_1^n \frac{dV}{d\alpha_k}\frac{d\alpha_k}{dt} + \sum_{k+1}^n \frac{dV}{dq_0^k}\frac{dq_{k'}^0}{dt};$$

or on a, comme dans le cas précédent et pour les mêmes raisons,

$$\frac{dV}{d\alpha_k} = 0,$$

$\frac{dV}{dq_{k'}^0}$ est égal, d'après la définition de V [formule (7)], à $-\frac{df_0}{dq_{k'}^0}$, c'est-à-dire à $-p_{k'}^0$; on a donc

$$\left(\frac{dV}{dq_i}\right) = \frac{dV}{dq_i} - p_{k+1}^0\frac{dq_{k+1}}{dq_i} - p_{k+2}^0\frac{dq_{k+2}}{dq_i} - \ldots - p_n^0\frac{dq_n^0}{dq_i},$$

$$\left(\frac{dV}{dt}\right) = \frac{dV}{dt} - p_{k+1}^0\frac{dq_{k+1}}{dt} - p_{k+2}^0\frac{dq_{k+2}}{dt} - \ldots - p_n^0\frac{dq_n^0}{dt}.$$

» Si l'on pose, par conséquent,

$$(11) \qquad V' = V + p_{k+1}^0 q_{k+1}^0 + p_{k+2}^0 q_{k+2}^0 + \ldots + p_n^0 q_n^0,$$

la fonction V', exprimée en fonction de $q_1, q_2, \ldots, q_n, t, q_1^0, q_2^0, \ldots, q_k^0, p_{k+1}^0, p_{k+2}^0, \ldots, p_n^0$, satisfera à l'équation (1), en y considérant, bien entendu, $q_1^0, q_2^0, \ldots, q_n^0, p_{k+1}^0, p_{k+2}^0, \ldots, p_n^0$ comme des constantes arbitraires.

» Si l'on suppose $k=n$, on obtient la règle donnée par M. Mayer. Les variables adoptées, comme l'a montré très-aisément le savant géomètre, sont toujours indépendantes. Lorsqu'il existe entre $q_1, q_2, \ldots, q_n, t, q_1^0, q_2^0, \ldots, q_n^0$, $n-k$ relations distinctes, la règle trouvée est équivalente à celle qu'a proposée M. Darboux, mais elle me semble plus simple et plus simplement démontrée.

» Nous appliquerons les résultats obtenus à deux exemples simples.

» Considérons l'équation

$$(12)\qquad \frac{dV}{dt} + \frac{p_1 p_2}{p_1 + p_2} = 0.$$

Le système (2) devient

$$(13)\qquad \begin{cases} \dfrac{dq_1}{dt} = \dfrac{p_2^2}{(p_1+p_2)^2}, & \dfrac{dp_1}{dt} = 0, \\ \dfrac{dq_2}{dt} = \dfrac{p_1^2}{(p_1+p_2)^2}, & \dfrac{dp_2}{dt} = 0; \end{cases}$$

il a pour intégrales

$$(14)\qquad \begin{cases} p_1 = \alpha_1, \quad p_2 = \alpha_2, \\ q_1 = \left(\dfrac{\alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2}\right)^2 t + q_1^0, \\ q_2 = \left(\dfrac{\alpha_1}{\alpha_1 + \alpha_2}\right)^2 t + q_2^0. \end{cases}$$

On en conclut

$$(15)\qquad \sqrt{t} + \sqrt{q_1 - q_1^0} + \sqrt{q_2 - q_2^0} = 0;$$

q_1, q_2, q_1^0, q_2^0 et t ne peuvent donc pas être pris pour variables indépendantes.

» En calculant l'expression (6), on trouve aisément $W = 0$, et l'expression V', formule (11), en y supposant $k = 2$, se réduit à

$$V' = p_1^0 q_1^0 + p_2^0 q_2^0,$$

c'est-à-dire, d'après les équations (14),

$$(16)\qquad V' = p_1^0 q_1 + p_2^0 q_2 - t\,\frac{p_1^0 p_2^0}{p_1^0 + p_2^0},$$

qui est une solution complète de (12).

» Considérons en second lieu l'équation

$$(18)\qquad \frac{dV}{dt} - \frac{q_1 p_1}{t} + \frac{1}{t}(q_1 p_1 - q_2 p_2)^2 = 0;$$

les équations (2) deviennent

$$(19)\qquad \begin{cases} \dfrac{dq_1}{dt} = -\dfrac{q_1}{t} + \dfrac{2q_1}{t}(q_1 p_1 - q_2 p_2), & \dfrac{dp_1}{dt} = \dfrac{p_1}{t} - \dfrac{2p_1}{t}(q_1 p_1 - q_2 p_2), \\ \dfrac{dq_2}{dt} = -\dfrac{2q_2}{t}(q_1 p_1 - q_2 p_2), & \dfrac{dp_2}{dt} = \dfrac{2p_2}{t}(q_1 p_1 - q_2 p_2); \end{cases}$$

elles ont pour intégrales, en nommant $q_1^0, q_2^0, p_1^0, p_2^0$ les valeurs des incon-

nues relatives à $k = 1$,

$$(20)\qquad \begin{cases} q_1 = q_1^0\, t^{2(q_1^0 p_1^0 - q_2^0 p_2^0) - 1}, \\ q_2 = q_2^0\, t^{-2(q_1^0 p_1^0 - q_2^0 p_2^0)}, \\ p_1 = p_1^0\, t^{1 - 2(q_1^0 p_1^0 - q_2^0 p_2^0)}, \\ p_2 = p_2^0\, t^{2(q_1^0 p_1^0 - q_2^0 p_2^0)}. \end{cases}$$

» On en déduit

$$\mathrm{W} = (q_1^0 p_1^0 - q_2^0 p_2^0)\, lt,$$

mais la règle de Jacobi est en défaut, parce que l'on a

$$q_1 q_2 t = q_1^0 q_2^0.$$

» Il est facile d'effectuer les calculs en introduisant dans la formule (11) l'hypothèse $k = 1$; la seconde des équations (20) donne

$$q_1^0 p_1^0 - q_2^0 p_2^0 = \frac{1}{2} + \frac{l\dfrac{q_1}{q_1^0}}{2lt}$$

et par suite

$$\mathrm{W} = \left(\frac{1}{2} + \frac{lq_1 - lq_1^0}{2lt}\right)^2 lt.$$

» On en conclut

$$\mathrm{V}' = \mathrm{W} + p_1^0 q_1^0 = \left(\frac{1}{2} + \frac{lq_1 - lq_1^0}{2lt}\right)^2 lt + \frac{p_1^0 q_1 q_2 t}{q_1^0},$$

qui est une solution complète de l'équation (18). »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la limite inférieure que l'on doit attribuer à l'admission dans une machine à vapeur.* Note de M. **H. Resal.**

« Il y a vingt et quelques années, un ingénieur des plus distingués émit l'idée que l'on devait réaliser de notables économies en réduisant de beaucoup la limite minimum de l'admission telle qu'elle avait été établie par ses prédécesseurs. La plupart des constructeurs acceptèrent immédiatement cette idée.

» Cependant, depuis quelque temps, des divergences d'opinions se sont manifestées parmi les intéressés et généralement on en est presque revenu à la limite primitivement admise. Je pensais que, pour une admission inférieure à $\frac{1}{8}$, la paroi du cylindre, quoique munie d'une chemise, devenait insuffisante pour donner à la vapeur qui se détend la chaleur qui lui est nécessaire pour qu'elle suive la loi de Mariotte, et que les espaces nuisibles dans

les machines à distributions par tiroirs devaient jouer un rôle trop considérable.

» Mais dernièrement j'ai eu la preuve que, dans les nouvelles machines perfectionnées (sans espaces nuisibles appréciables, à double enveloppe de vapeur et de feutre, où l'on supprime la période de compression, où l'on peut régler à volonté au strict nécessaire les avances à l'introduction et à l'échappement, et enfin où l'on évite l'accumulation de l'eau dans le cylindre), on était arrivé à ce résultat : pour une admission extrêmement faible, inférieure par exemple à $\frac{1}{45}$ (la machine marchant naturellement presque à vide), l'indication fournissait des diagrammes à l'examen desquels on reconnaissait que la détente avait encore lieu suivant la loi de Mariotte. De plus il paraît maintenant prouvé qu'une détente trop prolongée devient onéreuse.

» C'est ce dernier fait que je vais chercher à éclaircir, en prenant le précédent comme base.

» Je considérerai dans ce qui suit une machine établie dans des conditions telles que l'on puisse faire abstraction des espaces nuisibles, même pour de très-faibles admissions. J'admettrai que la vapeur se détend en suivant la loi de Mariotte, et que, au moment où la communication est établie avec le condenseur, l'eau qui se trouve dans le cylindre se vaporise complétement au détriment de la chaleur que renferme sa paroi, mais que cette perte est compensée par la chaudière ou, ce qui revient au même, par le foyer.

» Soient

V_0 le volume engendré par le piston;

$\frac{1}{n}$ la fraction de ce volume correspondant à l'admission;

p_0 la pression initiale dans le cylindre;

t_0 la température de la vapeur saturée sèche à cette pression;

η_0 la proportion de cette vapeur introduite dans le cylindre;

p_1, t_1, r_1 la pression, la température, la chaleur de vaporisation de la vapeur détendue;

p' la contre-pression supposée constante;

θ la température de l'eau d'alimentation;

$A = 425^{km}$ l'équivalent mécanique de la chaleur.

» L'expression du travail des résistances passives développé dans la période d'une cylindrée peut être considérée sans grande erreur comme se composant de deux termes, l'un constant F et l'autre proportionnel au travail

moteur développé sur le piston. L'équivalent calorifique du travail réellement utilisé est, par suite,

$$(a)\qquad \frac{1}{A}\left[\eta_0(1-\varepsilon)\frac{V_0}{n}(1+2,3026\log n)-(1-\varepsilon)V_0 p'-F\right],$$

ε étant une constante qu'il est facile de calculer pour chaque machine.

» La chaleur totale fournie par la chaudière, d'après l'hypothèse faite plus haut, a pour expression

$$(b)\qquad \frac{V_0\rho_0}{n}(r_1+t_1-\theta)+\frac{\eta_0 V_0}{An}(1+2,3026\log n);$$

d'où, pour le rapport des expressions (a) et (b), qui représente le rendement économique,

$$\mathfrak{r}=\frac{(1-\varepsilon)(1+2,3026\log n)-(1-\varepsilon)\dfrac{np'}{\eta_0 p_0}-\dfrac{Fn}{V_0 p_0}}{\dfrac{A\rho_0}{\eta_0 p_0}(r_1+t_1-\theta)+1+2,3026\log n}.$$

» Considérons, par exemple, le cas spécial de la machine du système Corliss, expérimentée en 1869 par le jury de l'Exposition de l'Institut américain.

» On a

$$F=172^{\text{km}},537,\quad \varepsilon=0,0376,\quad V_0=0,1385,$$
$$p_0=59415^{\text{kg}}(5^{\text{atm}}\tfrac{3}{4}),\qquad \rho_0=3,1806.$$

» Supposons, de plus, que l'on ait $\eta_0=0,80$, $\theta=12°$, et que la contre-pression soit $\frac{1}{7}$ d'atmosphère.

» L'expression (1) devient

$$(2)\qquad \mathfrak{r}=\frac{0,962(1+2,3026\log n)-0,0545n}{0,0284(r_1+t_1-12)+1+2,3026\log n}.$$

Pour	$n=1$,	on trouve	$r=0,047$
»	5,	»	0,110
»	8,	»	0,116
»	10,	»	0,126
»	15,	»	0,129
»	20,	»	0,128
»	30,	»	0,116

» D'après ce tableau, on voit que l'on a peu à gagner au delà de $n=10$, et il est visible, à l'examen de la formule (2), que, si l'on tenait compte des espaces nuisibles, $\mathfrak{r}$ atteindrait encore bien plus rapidement son maximum.

» Les résultats auxquels nous venons d'arriver reçoivent facilement leur

explication *a priori*; et, en effet, le terme qui dépend des résistances passives croît plus rapidement que le travail de la pression, et, de plus, au-dessous d'une certaine valeur de t_1, la quantité totale de chaleur $r_1 + t_1$ varie très-peu avec cette variable. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les ouragans nommés* fœhn *en Suisse.* Note de M. FAYE.

« Je désire appeler l'attention de l'Académie sur un phénomène fort intéressant qui me semble inintelligible en dehors des idées que je soutiens en Météorologie. Lorsqu'une tempête tournante, venant du sud-ouest, aborde le massif des Alpes, elle produit assez souvent, dans une région nettement délimitée de la Suisse, et non ailleurs, des phénomènes fort différents de ceux que les cyclones produisent d'ordinaire. Au lieu d'amener des orages et des averses avec un abaissement sensible de température, le vent de fœhn souffle avec violence la chaleur et la sécheresse; la température s'élève subitement de plusieurs degrés, et l'air, d'abord presque saturé d'humidité, devient non moins subitement d'une sécheresse extrême.

» Cependant, tout autour de la région spéciale et habituelle du fœhn, la tempête produit les effets ordinaires. Pour donner une idée nette de cette étonnante opposition d'effets d'une même tempête, je me bornerai à citer les observations suivantes, relatives au fœhn violent du 4 décembre 1862 (1) :

Limite nord-ouest du fœhn.	Température.	État hygrom.	*Région du fœhn.*	Température.	État hygrom.	*Limite sud-est du fœhn.*	Température.	État hygrom.
	°			°			°	
Genève....	5,3	91	Glaris....	15,9	36	Lugano....	10,0	94
Montreux..	5,4	90	Auen.....	15,3	49	Bellinzona .	9,2	95
Berne.....	1,8	98	Einsiedlen.	11,5	44	Mendrisio..	8,6	96
Aarau.....	2,8	99	Altdorf...	15,8	74			
Lohn.....	5,8	89	Engelberg.	11,0	28			
			Marschlins.	14,6	36			

» Ajoutons-y un trait bien caractéristique du fœhn : c'est la dépression barométrique, qui atteignit ce jour-là 17 millimètres. Il en est de même, sauf la quantité, de tous les fœhns dont j'ai la relation sous les yeux; la dé-

(1) R. WOLF, *Observations météorologiques en Suisse*, année 1865-1866.

pression du baromètre, causée par la tempête générale, y est la même que dans les régions voisines de même altitude où la tempête produit des effets diamétralement opposés.

» Évidemment un pareil phénomène ne peut se produire que par la descente gyratoire d'une masse d'air considérable totalement ou en grande partie privée des cirrhus que les tourbillons formés dans les courants supérieurs recueillent d'ordinaire et entraînent vers le bas (1). Alors, en effet, cet air s'échauffe en descendant des hautes régions, et son degré d'humidité s'abaisse au-dessous de toute proportion habituelle aux pays tempérés. Au contraire, là où l'air descendant entraîne avec lui de l'eau vésiculaire et surtout des aiguilles de glace, la chaleur développée par la compression suffit à peine à vaporiser cette eau ou à fondre cette glace, et l'air arrive en bas avec une température relativement basse et un degré de saturation complète. Or, pour que ces différences se produisent au sein d'une même tempête, il suffit d'un obstacle assez élevé pour modifier la gyration générale et la décomposer en gyrations partielles. Tel peut être assurément l'énorme massif montagneux des Alpes, qui présente en avant, aux tempêtes, le relief du mont Blanc, puis celui des chaînes bernoises et pennines. C'est ainsi qu'à l'aval d'un obstacle qui n'atteint même pas la surface d'un cours d'eau des tourbillonnements se forment souvent avec une grande puissance. Nous savons avec quelle facilité un grand mouvement gyratoire aérien donne naissance à des tourbillons partiels très-énergiques, ou même se segmente totalement en deux gyrations distinctes sous l'influence de certains obstacles naturels. Nous avons même en Afrique, en Asie et au Mexique des exemples plus complets encore où les courants supérieurs, après avoir été dépouillés de leurs cirrhus par l'interposition de hauts plateaux, n'envoient plus en bas que des tourbillons d'air chaud et sec qui donnent naissance au simoun, aux orages de sable, etc..., tandis que les mêmes gyrations descendantes produisent des averses ou de la grêle partout où les courants supérieurs charrient des cirrhus.

» Il est sans doute fort difficile actuellement de préciser le mode d'action de ces grands obstacles sur les gyrations atmosphériques; mais la difficulté tient uniquement au manque d'observations convenablement dirigées (2)

(1) Voir, à ce sujet, *Comptes rendus* du 19 juillet 1875, t. LXXXV, ma Note *Sur le théorème météorologique de M. Espy*, p. 110 et suivantes.

(2) L'*Atlas météorologique de l'Observatoire* contient cependant déjà de précieux documents à ce sujet, bien qu'ils se rapportent à des massifs montagneux de médiocre impor-

et non à quelque contradiction entre ces idées et les lois de la Mécanique ou de la Physique.

» Il en est tout autrement de la Météorologie actuelle, qui attribue les tempêtes à une aspiration voyageuse, qui explique la violence du vent par l'afflux des couches basses vers le centre mobile de la raréfaction, les averses par la condensation de leur vapeur dans les hautes régions, et qui se voit forcée d'admettre, à l'aspect de cette prétendue raréfaction où d'énormes masses d'air s'engouffrent sans pouvoir jamais la combler, que lesdites masses, une fois arrivées au centre, se relèvent vers le haut en une gigantesque colonne ascendante. Comment comprendre, dans cet ordre d'idées, le phénomène que nous venons de décrire? Est-il possible qu'au beau milieu de cette colonne ascendante il se forme un courant descendant tout aussi énergique sous l'influence d'un obstacle quelconque? Il y a plus, pour cette théorie, la dépression barométrique des tempêtes est le signe d'une raréfaction : de là l'aspiration qui s'exerce, dit-on, sur les couches inférieures; de là le mouvement ascendant des tempêtes. Par contre un courant descendant doit donner lieu, dit-on, à un maximum barométrique, ainsi que l'exposait récemment à l'Académie un savant météorologiste, M. H. Hildebrandsson. Or voici que dans la région du fœhn, où l'air est manifestement descendant de l'aveu de tous, ce n'est pas un maximum,

---

tance. Voici, par exemple, un extrait de l'intéressante Notice de M. Lespiault *Sur les orages du sud-ouest de la France, de* 1872 *à* 1874, p. 20 : « Les nuages de grêle descendent aussi sans obstacle, jusqu'au confluent de l'Osse et de la Gelise. Là, cette dernière commence à se diriger tout droit vers le nord, et le tourbillon orageux vient heurter de front le coteau de Lamotte, un des plus élevés de l'arrondissement de Nérac. Ce coteau, qui s'étend sur une grande longueur, du nord-ouest au sud-est, c'est-à-dire parallèlement à la vallée de la Baïse, et perpendiculairement à la direction de l'orage, occasionne cette fois encore, dans la chute de la grêle, une perturbation qui se reproduit invariablement toutes les fois que l'orage arrive du sud-ouest. Au lieu de continuer leur route direete, qui les porterait au-dessus de la crête du coteau, les nuages s'écartent tantôt à droite, tantôt à gauche, souvent des deux côtés à la fois, pour aller franchir la ligne de faîte sur les points les plus déprimés. De là deux effets remarquables : d'une part, les points de la vallée, au-dessus desquels s'opère cette déviation sont presque toujours frappés avec une intensité particulière; de l'autre, le versant nord du coteau n'est que légèrement atteint; par suite, la ville de Nérac et une grande partie de la commune sont moins exposées que les régions voisines. On peut même remarquer que le chemin habituel de la branche droite du courant orageux est presque invariable; aux points où ce chemin coupe les routes qui partent de Nérac vers l'est et le nord-est, les rangées d'arbres plantés sur les bords offrent constamment des lacunes de 200 ou 300 mètres, que l'on essaye inutilement de combler. »

mais bien un minimum qui se produit, tout comme dans les régions voisines soumises à la même tempête.

» Ces contradictions, ces impossibilités se présentent à chaque pas dans cette doctrine; je ne me lasse pas de les signaler depuis deux ans: c'est comme un voile d'obscurité et de confusion qu'on jette sur les plus beaux phénomènes de la nature terrestre; tandis que l'idée que je soutiens permet de les comprendre tous sous la formule simple que voici :

» Les tempêtes tournantes sont des mouvements gyratoires persistants, à axe vertical, qui naissent dans les courants supérieurs, comme les tourbillons à axe vertical naissent dans nos cours d'eau. Ils sont descendants comme ceux-ci et atteignent le sol qu'ils parcourent, affouillent et dévastent tout en suivant le fil des courants supérieurs.

» Ceux-ci naissent dans la zone torride, non loin de l'équateur, affectant tout d'abord une direction voisine de l'est; ils s'infléchissent progressivement vers le sud (sur notre hémisphère) en s'accélérant; au delà de la limite boréale de nos alizés, ils prennent la direction sud-ouest, puis ouest-sud-ouest, sous laquelle les cyclones ou tempêtes tournantes abordent ordinairement les régions tempérées ou boréales.

» La courbe que l'axe vertical de ces tourbillons trace ainsi sur le sol n'est autre que la projection de la trajectoire des courants supérieurs; elle n'a pas de rapport immédiat avec les courants inférieurs, car, dans la région des alizés, elle croise ceux-ci à angle droit, tandis que, dans nos régions, elle se projette au sein de couches inférieures, bien souvent immobiles.

» Ces grands tourbillons entraînent ordinairement en bas les cirrhus dont les courants supérieurs sont chargés; alors ils donnent lieu à des averses, à la grêle, aux manifestations violentes de l'électricité atmosphérique; mais, si les cirrhus leur font défaut, les averses ne se produisent pas; au contraire, la température s'élève notablement, à cause de la pression croissante que subit l'air descendant, et cet air parvient au sol avec une sécheresse excessive. Dans les deux cas, la dépression barométrique se manifeste comme une simple suite du mouvement de gyration, et non comme l'indice d'une aspiration violente exercée de haut en bas sur les couches inférieures. Enfin les tornados et les trombes ne sont que des cas particuliers de ces grands phénomènes; ils n'en diffèrent que par des dimensions plus restreintes et une figure plus régulière, plus allongée dans le sens vertical.

» Supposons que nous habitions, non plus le fond de l'atmosphère, mais

le fond d'un vaste lac qui serait traversé par quelque courant superficiel, formé d'une eau plus légère. Si ce courant engendrait des tourbillons assez puissants pour atteindre le fond, nous observerions des directions incessamment variables dans les mouvements inférieurs de la masse liquide : nos girouettes, au passage de chaque tourbillon, feraient le tour de la rose des courants; mais rien, sauf le mouvement de translation, ne nous révélerait le courant supérieur où ces tourbillons prennent naissance. En voyant leur extrémité inférieure affouiller la vase et soulever des troubles autour d'elle, les spectateurs s'imagineraient que ces tourbillons sont ascendants; ils les attribueraient à une aspiration quelconque. D'autres, cependant, en étudiant plus attentivement leur forme géométrique et leur mouvement de translation, finiraient par en comprendre le simple mécanisme, et c'est aussi, je l'espère du moins, ce qui arrivera bientôt pour l'océan aérien. »

BALISTIQUE. — *Note sur un appareil propre à déterminer l'intensité et la loi du développement des pressions dans l'âme des bouches à feu par rapport au temps;* par M. le général **A. Morin**.

« Dans une Note insérée au tome IX des *Annales du Conservatoire des Arts et Métiers*, à l'occasion des belles expériences exécutées en Angleterre par la Commission des substances explosives, j'ai rappelé que, dès 1866, plusieurs officiers d'artillerie avaient cherché à utiliser la propriété, constatée par les belles expériences de M. Tresca, qu'ont les solides de s'écouler à la manière des liquides sous de fortes pressions, pour mesurer la tension des gaz développés par la combustion de la poudre. Je rappelais que MM. de Reffye et Pothier avaient soumis un cylindre de plomb contenu dans une éprouvette à piston, introduite à vis, à la manière de ce qu'on appelle un *grain de lumière*, dans la paroi d'un canon, à l'action de ces pressions. Sous cette action le métal s'écoulait sous forme de jet tronconique, dans un canal convenablement disposé, et l'on était déjà parvenu à des résultats qui permettaient d'espérer que ce procédé conduirait à des appréciations de la tension des gaz de la poudre, plus précises que celles que l'on peut déduire de l'appareil à couteau de Rodman et des cylindres comprimés en cuivre rouge, mis en usage par la Commission anglaise.

» Mais la mollesse du plomb et la facilité avec laquelle il s'écoule sous des pressions modérées limitent trop les tensions, dont il peut fournir la mesure, pour qu'il puisse être employé à déterminer celles qui se développent sous l'action de fortes charges de poudre.

» Il convenait donc de recourir à l'emploi de métaux plus durs, mais à peu près aussi ductiles et faciles à obtenir à un degré suffisant de pureté.

» Dans ce but, j'ai fait exécuter au Conservatoire, avec les mêmes appareils et avec le même soin mis en usage pour les expériences précédentes, des essais sur l'écoulement du cuivre rouge et de l'étain, sous forme de jets tronconiques.

» L'un et l'autre de ces métaux ont effectivement fourni des jets très-réguliers; mais le cuivre rouge est trop résistant pour que leur longueur atteigne, même sous les pressions les plus fortes qu'on ait besoin d'étudier, une dimension assez grande pour en fournir une mesure assez précise.

» L'étain, plus mou, paraît satisfaire complétement à cette condition. Les jets obtenus croissent en longueur proportionnellement aux pressions, avec une régularité bien suffisante pour les applications que l'on peut se proposer de faire de ce procédé.

» La loi de cet accroissement, déduite de quatre séries d'essais, sous des pressions exactement connues, peut être représentée par sa formule simple

$$P = 237 L,$$

dans laquelle on exprime par P la pression en kilogrammes exercée par centimètre carré de la base du cylindre d'étain ou de la paroi de la bouche à feu; L la longueur du jet tronconique exprimée en millimètres.

» Cette loi ayant été constatée jusqu'à des pressions d'environ 10000 kilogrammes par centimètre carré, qui dépassent les plus fortes que MM. Noble et Abel aient observées dans leurs expériences sur l'explosion de la poudre, on voit qu'une éprouvette garnie d'un cylindre d'étain de 14 millimètres de diamètre suffirait pour les expériences d'artillerie à exécuter avec les plus fortes charges.

» On obtiendrait donc facilement, à l'aide de ce simple appareil, la mesure directe des pressions maximum développées par les gaz de la poudre, avec une précision bien supérieure à celle qu'on a pu atteindre jusqu'ici, puisque chaque millimètre de longueur des jets coniques correspondrait à peu près à 237 kilogrammes de pression par centimètre carré, ce qui, sans vouloir attribuer à ce procédé une rigueur à laquelle les variations même d'intensité des effets de la poudre ne permettent pas de prétendre, surpasserait de beaucoup celle dont on s'est contenté jusqu'ici.

» Mais le dispositif que l'on vient d'indiquer, et qui ne diffère en rien de ceux qui ont déjà été essayés par l'artillerie française, permet de pousser beaucoup plus loin l'étude du développement des gaz et des pressions qu'ils

exercent dans l'âme des bouches à feu, question qui, depuis si longtemps, préoccupe les officiers d'artillerie.

» Aux recherches scientifiques basées sur des études expérimentales inaugurées par Piobert, on a cherché, par divers moyens, à joindre des données d'observation, en employant des appareils propres à faire connaître la loi du mouvement des projectiles dans l'âme des bouches à feu.

» L'ingénieux chronoscope électrique de M. Noble est l'un des types les plus remarquables de ce genre d'appareils; mais il ne fournit que peu d'indications sur les effets qui se produisent dans les premiers instants de l'inflammation de la poudre.

» Celui de M. le capitaine Ricq, principalement destiné, au contraire, à étudier ces effets dans la première période du déplacement du projectile et auquel l'Académie a décerné le prix de Mécanique de la fondation Montyon, fournit la loi du mouvement imprimé par les gaz à une tige munie d'un piston, dont la surface et la masse sont dans un rapport donné avec celles du projectile et qui, par conséquent, en reçoit des vitesses en rapport connu avec celles de celui-ci.

» De cette loi graphique du mouvement on déduit, par des méthodes connues, celle des vitesses et celle des accélérations, et par suite les tensions des gaz.

» Les résultats déjà obtenus sont très-remarquables et jetteront beaucoup de jour sur la question, mais il m'a semblé qu'il serait possible d'utiliser un appareil analogue pour déterminer la loi de formation des jets métalliques, dont j'ai parlé plus haut; ce qui conduirait à la connaissance directe de la marche de la combustion de la poudre ou du développement des tensions des gaz.

» En effet, on sait, par les belles expériences de MM. Noble et Abel, dont il a été rendu compte récemment à l'Académie, que la tension maximum développée par les gaz de la poudre brûlée en vase clos n'excède pas 6400 atmosphères. On peut donc admettre que la longueur maximum des jets d'étain ne dépassera pas une limite pour laquelle nous prendrons la valeur $L = 40^{mm}$, correspondant à une pression $P = 237 \times 40 = 9480^{atm}$ environ.

» Cela posé, il est possible de prolonger le vide conique de l'éprouvette, qui reçoit le cylindre d'étain, par un petit canal cylindrique dans lequel glisserait à frottement doux une tige qui serait, à l'origine, poussée jusqu'au contact de ce cylindre, avant le tir.

» Sous l'action de la pression du gaz, cette tige serait repoussée au dehors,

en même temps que le jet, et un style fixé à son extrémité extérieure pourrait tracer sur un appareil chronométrique analogue à celui de M. Ricq la loi de son mouvement, qui serait celle de l'expulsion des jets. La longueur de ces jets fournissant la mesure des pressions, on aurait donc en même temps l'intensité de ces efforts, l'instant précis où chacun d'eux aurait été exercé, et par suite la loi de leur développement.

» On remarquera que, le jet commençant à se produire avec une vitesse nulle et cessant de s'écouler dès que la pression a atteint sa valeur maximum, la vitesse moyenne d'expulsion et celle de la tige seraient probablement assez faibles, ainsi que la force vive de celle-ci, de sorte qu'il serait possible de l'éteindre, en soumettant une portion de la longueur de la tige à l'action d'une pression latérale modérée, analogue à celle d'un presse-étoupe et déterminée par une garniture en caoutchouc.

» Si l'on obtient cet arrêt et si la tige ne se sépare pas du sommet du jet, il pourra arriver que le mouvement de réaction élastique de l'appareil et de sa vis détermine sur la courbe chronométrique une sorte de rebroussement, qui indiquerait suffisamment l'instant du maximum de longueur du jet et la durée totale de son expulsion, c'est-à-dire l'intervalle de temps écoulé depuis le commencement de l'inflammation jusqu'à celui où la pression a acquis sa valeur maximum.

» Quoi qu'il en soit, si l'on ne peut obtenir cet instant avec précision, attendu qu'il correspond à un point de tangence pour la détermination duquel il y a une certaine incertitude, on n'en aura pas moins pour tous les autres le temps écoulé pour leur développement, depuis le commencement de l'inflammation, et, si la loi observée était simple, elle permettrait d'obtenir, avec une certaine approximation, la durée totale cherchée.

» On voit que, par cette simple addition d'une tige indicatrice à l'éprouvette qui fournirait les jets d'étain, mise en rapport avec un appareil chronométrique de très-petites dimensions, puisque la longueur des jets ne dépasserait pas quelques centimètres, on aurait un moyen de plus pour étudier, dès leur origine, les effets si rapides et si complexes de l'inflammation et de la combustion des diverses poudres. »

ANALYSE CHIMIQUE. — *Dosages des nitrates et de l'ammoniaque dans l'eau de la Seine, prise le 18 mars 1876 au-dessus du pont d'Austerlitz.* Note de M. **Boussingault**.

« Dans 1 litre d'eau :

Ammoniaque	$0^{gr},00033$
Acide nitrique	$0,00120$, représentant $0^{gr},0022$ de nitrate exprimés en nitrate de potasse.

» En 1857, dans de l'eau de Seine puisée au pont d'Austerlitz, on a trouvé dans 1 litre :

Ammoniaque	$0^{gr},00012$
Acide nitrique (moyenne de 11 observations faites à diverses époques de l'année)	$0,0056$, équivalant à $0,0105$ de nitrate de potasse.

» Ainsi, dans la crue extraordinaire à laquelle nous assistons, l'eau de Seine, le 18 mars, paraîtrait renfermer notablement plus d'ammoniaque et moins de nitrate que dans les années 1856, 1857 et 1859.

» 1 litre d'eau de Seine, puisée le 18 mars, tenait $0^{gr},210$ de matière en suspension.

» Comme terme de comparaison, je rappellerai que, dans 1 litre d'eau du Rhin, prise à Lauterbourg en 1857-1858, j'ai trouvé :

Ammoniaque	$0^{gr},0002$ à $0^{gr},0005$
Acide nitrique	$0,0011$, équivalant à $0,0020$ de nitrate de potasse.

» L'eau de fleuve la plus riche en nitrates qui ait été examinée dans mon laboratoire est celle du Nil, puisée en 1859 et parvenue à Paris dans un parfait état de conservation. Quatre analyses, exécutées avec le concours de M. Barral, ont donné, pour 1 litre : acide nitrique, $0^{gr},004$, équivalant à $0^{gr},0075$ de nitrate de potasse.

» D'après les renseignements recueillis sur le débit du Nil par le maréchal duc de Raguse dans son voyage en Égypte, ce fleuve porterait chaque jour à la mer une quantité considérable de salpêtre.

» Notre savant confrère, M. Belgrand, pourra nous dire les quantités de nitrate et d'ammoniaque que la Seine charriait pendant la crue actuelle. »

HYDROLOGIE. — *Sur le débit de la Seine et sur la crue du 17 mars 1876; réponse à la Communication de M.* Boussingault; par M. **Belgrand.**

« D'après ce que vient de dire M. Boussingault, l'eau de la crue de la Seine, qui s'écoule en ce moment, contenait par mètre cube, le 18 mars courant :

Ammoniaque	$0^{gr},33$
Acide nitrique	$1^{gr},20$

» Voici le renseignement complémentaire qu'il veut bien me demander.

» M. l'inspecteur général Poirée a donné les débits de la Seine correspondant aux niveaux observés à l'échelle du pont de la Tournelle. En appliquant ces données à la crue actuelle, la Seine débitait le 18 mars :

Par seconde	1661^{mc}
Ou par 24 heures	143510400^{mc}

» Elle a donc entraîné à la mer le 18 mars :

Un poids d'ammoniaque qu'on peut évaluer à	$143510400 \times 0^{gr},33 = 47358^{kg}$
Et un poids d'acide nitrique de	$143510400 \times 1^{gr},20 = 182212^{kg}$.

» Il sera facile de calculer le poids correspondant à chaque jour de la crue lorsqu'elle sera entièrement écoulée.

» Puisque M. le Président a bien voulu me donner la parole, j'en profiterai pour compléter ce que j'ai dit lundi dernier de cette grande crue.

» Elle est par sa hauteur la troisième du siècle. La crue du 3 janvier 1802 a atteint, à l'échelle du pont de la Tournelle, la cote . . . . $7^m,45$
Celle du 2 mars 1807 . . . . $6^m,70$
Celle du 17 mars 1876 . . . . $6^m,50$
Vient ensuite celle du 10 octobre 1836 . . . . $6^m,40$
La crue du 18 octobre 1872 est restée bien au-dessous de ces niveaux, elle n'a pas dépassé la cote . . . . $5^m,95$
M. Poirée a calculé la portée par seconde de la crue du 26 décembre 1740, qui par sa hauteur est la deuxième de celles que nous connaissons. Elle a atteint, au pont de la Tournelle, la cote de $7^m,91$, suivant cet ingénieur, et débitait par seconde à cette hauteur . . . . 2110^{mc}

» Dans ses plus basses eaux, la portée de la Seine tombe par seconde à . . . . 40^{mc}

» Le rapport entre ces deux nombres est 52. La Seine, dans ses plus grandes crues, débite 52 fois plus d'eau qu'à l'étiage.

» J'ai dit, lundi dernier, que, d'après nos prévisions, la Seine, qui était alors à $5^m,90$ à l'échelle du pont d'Austerlitz, s'élèverait le jeudi suivant à . . . . $6^m,50$

» Le lendemain mardi, nous avons annoncé que le fleuve s'élèverait le vendredi 17 à. . . . . $6^m,70$

» Ces deux prévisions se sont réalisées rigoureusement et la crue a atteint sa hauteur maximum le 17 dans la soirée; elle s'est élevée à la cote $6^m,69$, à l'échelle du pont d'Austerlitz.

» Aujourd'hui, le fleuve est en pleine décroissance; son niveau s'est abaissé de $0^m,72$ depuis vendredi soir. L'eau qu'il débite en ce moment provient presque entièrement de la crue des sources, qui est énorme et retarde sa décroissance. C'est un des caractères particuliers des crues de la Seine.

» Mon excellent collaborateur M. Lemoine, en se basant sur les principes qui m'ont servi à fixer la règle des prévisions de crues à Paris, a fait un travail analogue pour les grands affluents du fleuve et aujourd'hui nous annonçons, avec une approximation suffisante, les crues de l'Yonne, de la Marne, de l'Aisne et de l'Oise.

» On pourrait, suivant moi, signaler, en se basant sur les mêmes principes, les crues de quelques-unes de nos grandes rivières, notamment celles de la Saône, dont le régime ressemble beaucoup à celui de la Seine. »

PHYSIQUE. — *Sur de nouvelles raies du calcium.*
Lettre de M. Lockyer à M. Dumas.

« Je suis assez avancé dans le tracé d'une carte du spectre solaire qui doit avoir une échelle quadruple de celle d'Angström, et j'ai commencé par la région sur laquelle M. Cornu a dernièrement publié une carte admirable. Mon système, ainsi que je crois vous l'avoir déjà dit, est de déterminer les éléments du Soleil en photographiant sur la même plaque le spectre du Soleil et le spectre des différents éléments chimiques. Je l'ai déjà fait pour un grand nombre d'éléments et dans des conditions variées de pression. L'une des circonstances les plus considérables est celle sur laquelle je viens appeler votre attention.

» Quand nous dissocions, par exemple, le chlorure de calcium à un faible degré, nous obtenons une raie de calcium, celle qui est dans le bleu, et un spectre presque complet de chlorure non dissocié. A mesure que la dissociation du chlorure avance, la raie dans le bleu, qui est la vé-

ritable raie du calcium, devient plus brillante, et le spectre du chlorure disparaît graduellement. J'admets que l'expérience a été faite à une température basse. Maintenant, si nous employons un arc électrique, nous obtenons dans le bleu cette ligne extrêmement développée, et en même temps dans le violet deux nouvelles raies qui occupent la position des deux lignes H dans le spectre du Soleil. Ce qu'il y a de remarquable, c'est que la raie dans le bleu est beaucoup plus épaisse et beaucoup plus brillante que les deux raies dans le violet, quand nous employons l'arc électrique, par exemple, produit par 30 éléments de Grove; tandis que la raie bleue est représentée très-faiblement dans le Soleil et que les deux raies violettes sont les plus épaisses de tout le spectre solaire. Entre la température que nous produisons et celle du Soleil, il y aurait donc précisément une différence qui serait, à l'égard du spectre du calcium, ce que sont pour le spectre du chlorure de calcium les différentes températures que nous pouvons produire.

» Pour vérifier ce fait, j'ai exécuté récemment une série d'expériences sur le calcium, en employant d'abord une petite batterie et une petite bobine, et ensuite une grande batterie et une plus grande bobine; et, pour mettre le fait hors de doute, j'ai photographié les résultats. Je trouve qu'avec la petite bobine je puis obtenir une photographie qui ne contient que la raie dans le bleu, sans aucune trace de raie dans le violet, et qu'avec la plus grande bobine et la plus grande batterie je puis avoir une photographie contenant les raies du violet sans aucune trace de raie dans le bleu, et je trouve qu'en variant la surface de la batterie je puis obtenir un spectre semblable au spectre d'absorption du calcium dans le Soleil.

» Ces résultats s'accordent si complétement avec ceux de la dissociation d'un sel de calcium que je me suis demandé si nous ne sommes pas ici en présence d'une dissociation du calcium lui-même. Naturellement on ne peut pas déterminer, quant à présent, si nous avons un groupe moléculaire plus inférieur de calcium ou si le calcium lui-même est une combinaison de deux sous-éléments distincts, si l'on peut s'exprimer ainsi. Il semble que nous ne pouvons entreprendre de résoudre cette question qu'en photographiant les raies du calcium (H_1 H_2) dans les différentes étoiles. Si nous trouvons qu'elles présentent toujours la même épaisseur et la même intensité relatives, il y aura une grande présomption que nous sommes en présence d'une décomposition du calcium, ou, en d'autres termes, nous aurons établi qu'un

spectre à raies est un spectre dû à différents ordres de groupement moléculaire. Si, d'un autre côté, nous trouvions que l'épaisseur et l'intensité de ces raies varient, il serait difficile d'expliquer le phénomène, à moins que nous n'admettions que le calcium, au lieu d'être un élément, est réellement composé de deux substances.

» Je dois ajouter que le professeur Stokes, tout en pensant que nous avons ici une méthode très-commode pour déterminer la puissance de dissociation existant dans le Soleil, puisque nous trouvons le rapport de cette puissance par le nombre de pouces de surface de la batterie, ne croit pas cependant que l'évidence en faveur de la dissociation du calcium soit absolument complète; et il croit possible qu'avec un accroissement de température les lignes les plus réfrangibles deviennent plus brillantes aux dépens des moins réfrangibles; de sorte que, si la quantité décroît graduellement, nous pouvons obtenir les résultats que j'ai mentionnés. Je lui ai cependant fait remarquer que cette loi ne se manifeste pas dans d'autres cas; par exemple, pour l'hydrogène, un accroissement de température nous donne une plus grande intensité de la ligne rouge de l'hydrogène C, et, dans le cas du sodium à la température du Soleil, nous savons que l'absorption de la ligne jaune du sodium est plus intense que celle d'aucune des raies.

» Tant de questions intéressantes sont soulevées par ces expériences que j'espère être bientôt en état de continuer cette Communication. L'opinion des savants français serait très-précieuse à mes yeux pour m'aider à continuer ce travail. J'espère pouvoir bientôt vous envoyer quelques exemplaires photographiques de mon nouveau spectre normal. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Mesures actinométriques au sommet du mont Blanc.* Note de M. **J. Violle**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

(Renvoi à la Commission du prix Bordin.)

« J'ai l'honneur de soumettre à l'Académie les résultats de recherches entreprises au mois d'août dernier dans le but d'obtenir une mesure exacte de l'intensité de la radiation solaire. A cet effet, j'ai essayé de déterminer l'absorption exercée par l'atmosphère en mesurant, au moyen de mon acti-

nomètre, l'énergie du rayonnement solaire au sommet et sur les flancs du mont Blanc, tandis que M. Margottet effectuait des mesures analogues au pied de la montagne. La seule modification un peu importante que j'aie à signaler dans ces nouvelles expériences, comparées à celles que j'ai déjà faites sur le même sujet (voir les *Comptes rendus* des 18 mai, 29 juin et 5 octobre 1874), c'est la précaution que l'on a prise de suivre exactement la marche ascendante et la marche descendante du thermomètre pendant toute la durée des opérations.

» 1° *Observations relevées au sommet, sur le flanc et à la base du mont Blanc :*

16 AOUT 1875.

Cime du mont Blanc (4810 *mètres*).

Heure	Actinomètre.	
9.30 h m	fermé.......	0°
35,	ouvert... ...	14
40,	»	17,2
45,	»	17,6
50,	»	17,8
51,	fermé.......	13
52,	»	8,8
53,	»	5,8
54,	»	4,2
55,	»	3
56,	»	2,2
57,	»	1,
59,	»	0,8
10. 1,	»	0,4
7,	»	0
12,	ouvert.......	15,8
17,	»	18
22,	»	18,2
27,	»	18,2
40,	fermé.......	0
11. 0,	ouvert.......	17,6

$10^h 30^m$.

Baromètre................	$H = 430^{mm}$
Température de l'air........	$\mathfrak{T} = +1°$
Hygromètre de Saussure.....	$\frac{f}{F} = 0,20$

Glacier des Bossons (1200 *mètres*) (*).

Heure	Actinomètre.	
9.55 h m	fermé.......	0°,4
10.22,	ouvert......	14,2
40,	fermé.......	0,3
11.25,	ouvert......	14,4
47,	fermé.......	0,3
52,	ouvert......	12,3
57,	»	13,6
12. 2,	»	14
7,	»	14,1
10,	»	14,1
15,	fermé......	12,9
20,	»	1,1
25,	»	0,73 (**)
1. 0,	»	0,3

$9^h,50$.

Baromètre..............	$H = 661^{mm}$
Température de l'air......	$\mathfrak{T} = 9°,50$
Hygromètre Daniell.......	$f = 5^{mm},302$

(*) Je ne rapporte ici, pour abréger, qu'une faible partie des précieuses observations faites par M. Margottet, qui s'est astreint le plus souvent à relever les températures toutes les minutes, souvent même toutes les demi-minutes, et qui a continué ses mesures jusqu'à $4^h 30^m$ du soir.

(**) Par interpolation.

17 AOUT 1875.

Grands-Mulets (3050 *mètres*).

Actinomètre.

9h.54m,	fermé..... .	$-$ 0°,4
10. 8,	ouvert.... .	15,2
26,	fermé......	$-$ 0,4
39,	ouvert.....	15,7
40,	fermé......	11,2
41,	»	7,6
42,	»	5,2
43,	»	3,6
45,	»	1,8
11. 5,	»	$-$ 0,2

$10^h 45^m$.

Baromètre.............	$H = 533^{mm},5$
Température de l'air.....	$\mathfrak{E} = 7^\circ$
Hygromètre de Saussure..	$\frac{f}{F} = 0,54$

Glacier des Bossons (1200 *mètres*).

Actinomètre.

10h.25m,	fermé......	0°
40,	ouvert.....	13,1
11.36,	fermé......	0
41,	ouvert.....	4,4
46,	»	13,1
47,	»	13,2
50,	»	13,2
55,	fermé......	2,4
12.00,	»	0,6
5,	»	0,2
24,	»	0

$11^h 15^m$.

Baromètre.............	$H = 662^{mm}$
Température de l'air.....	$\mathfrak{E} = 13^\circ$
Psychromètre..........	$f = 5^{mm},300$

» 2° *Établissement des formules empiriques résumant les observations.* — Prenons d'abord les observations actinométriques faites le 16 août à la cime du mont Blanc. Comparant les deux périodes d'échauffement à la période intermédiaire de refroidissement, nous pouvons dresser le tableau suivant :

Temps.	Échauffements			Refroidissement		
	observés.		moyen.	observé.	rapporté à 18°.	
t.	θ.		θ_1.	θ'.	θ'_1.	$\theta_1 + \theta'_1$.
0m	0°	0°	0°	17°,8	18°	18°
5	14	15,8	14,9	3	3	17,9
10	17,2	18	17,6	0,6	0,6	18,2
15	17,6	18,2	17,9	0,1	0,1	18
20	17,8	18,2	18	0	0	18

» Ainsi la somme $\theta_1 + \theta'_1$ est constante : l'échauffement et le refroidissement se sont faits avec la même vitesse. Les températures d'échauffement θ sont données par la formule

$$\theta_1 = \theta_0(1 - e^{-0,36t}),$$

et les températures de refroidissement par la formule

$$\theta'_1 = \theta_0 e^{-0,36t}.$$

» On a, en effet :

t.	θ calculés.	θ observés.	Δ.	θ' calculés.	θ' observés.	Δ'.
0^m	0°	0°	0°	18°	18°	0°
5	15,06	14,9	+0,16	2,94	3	−0,06
10	17,51	17,6	−0,09	0,49	0,6	−0,11
15	17,92	17,9	+0,02	0,08	0,1	−0,02
20	17,99	18	−0,01	0,01	0	+0,01

» Les expériences faites au glacier des Bossons se représentent de même par des expressions de la forme $\theta_0 e^{-(a+mt)}$, où m a la valeur commune 0,40 :

t.	θ calculés.	θ observés.	Δ.	θ' calculés.	θ' observés.	Δ'.
0^m	»°	0°	»°	»°	13°,8	»°
5	11,88	12	−0,12	2,62	2,6	+0,02
10	13,46	13,3	+0,16	0,76	0,8	−0,04
15	13,68	13,7	−0,02	0,51	0,43	+0,08
20	13,71	13,8	−0,09	»	»	»

» Pour la journée du 17 août, les observations se résument encore par des exponentielles dans lesquelles m est égal, aux Grands-Mulets, à 0,35, et au glacier des Bossons, à 0,38, d'après les tableaux suivants :

Aux Grands-Mulets :

t.	θ' calculés.	θ' observés.	Δ'.
0	16°,10	16°,1	0°
1	11,35	11,6	−0,25
2	8,00	8,0	0
3	5,64	5,6	+0,04
4	3,97	4,0	−0,03
5	2,80	»	»
6	1,97	2,1	−0,13

Aux Bossons :

t.	θ calculés.	θ observés.	Δ.	θ' calculés.	θ' observés.	Δ.
0	»°	0°	»°	»°	13°,2	»°
5	11,38	11,4	−0,02	2,32	2,4	−0,08
10	13,10	13,1	0	0,60	0,6	0
15	13,35	13,2	+0,15	0,35	0,2	+0,15

» L'air est plus humide et le refroidissement plus lent que la veille.

» J'indiquerai les résultats obtenus dans une prochaine Communication. »

VITICULTURE. — *Sur l'éclosion prochaine des œufs d'hiver du Phylloxera;* par M. **Balbiani**, délégué de l'Académie.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* du 4 octobre 1875, j'annonçais à l'Académie la découverte que je venais de faire de l'œuf pondu par le Phylloxera sexué femelle à la suite de son accouplement avec le mâle. J'indiquais les caractères par lesquels cet œuf se distingue de ceux des autres formes de l'espèce, et je décrivais les changements d'aspect qu'il présente dans les jours qui suivent la ponte, changements en rapport avec les modifications évolutives qui se passent dans son intérieur. Enfin, pour marquer sa similitude complète avec l'œuf correspondant du Phylloxera du chêne, découvert par moi deux ans auparavant (*Comptes rendus* du 20 octobre 1873), je le désignai sous le nom d'*œuf d'hiver*, qu'il me paraissait mériter par la lenteur de son évolution embryonnaire, laquelle rendait probable que l'éclosion en serait retardée jusqu'au printemps suivant, ainsi que cela a lieu pour cette dernière espèce.

» Cette présomption, fondée d'abord sur une simple induction, s'est trouvée pleinement confirmée par l'observation, continuée pendant tout le cours de cet hiver, des œufs que j'avais rapportés à Paris, ainsi que d'autres trouvés sur des fragments de ceps qui m'avaient été adressés des localités infestées. Ces œufs, qui se sont maintenus pendant toute la période hibernale dans un état de santé et de fraîcheur, ne m'ont encore montré aucune trace d'éclosion. Toutefois le moment me paraît venu où celle-ci ne doit pas tarder à se faire, toujours si j'en juge par analogie avec l'espèce congénère du chêne (1).

» L'éclosion de l'œuf d'hiver du Phylloxera de la vigne constitue la dernière phase qu'il nous reste à observer pour connaître l'histoire complète de l'évolution annuelle de l'ennemi de nos vignobles. On comprend aisément combien j'aurais été heureux de faire personnellement cette observation, qui m'aurait permis d'ajouter le chapitre final à l'histoire évolutive du Phylloxera ailé, dont j'avais réussi à dévoiler toutes les phases antérieures, ainsi que je l'avais fait précédemment pour l'espèce congénère du chêne. Mais je connais trop bien les déceptions auxquelles exposent

(1) Sous la latitude de Paris, l'éclosion de l'œuf d'hiver du Phylloxera du chêne a lieu dans la première quinzaine d'avril (voir *Comptes rendus* du 13 avril 1874).

les observations faites en dehors des conditions naturelles de ces insectes, pour ne pas redouter un insuccès de la dernière heure. C'est pour cette raison que je ne saurais trop demander le concours de toutes les personnes placées dans des conditions plus favorables et les inviter à porter toute leur attention sur cette phase nouvelle, encore inconnue, de la vie du parasite.

» Nul n'ignore, en effet, aujourd'hui, que de l'œuf d'hiver doit sortir le jeune Phylloxera régénéré par l'accouplement des individus sexués de l'automne précédent. Mais que devient le produit de cet œuf? Quelle en sera la destination? Quelles en seront les habitudes? C'est ce que personne ne saurait encore dire d'une manière certaine, car c'est la première fois que l'on va assister à l'apparition de cette génération printanière. Cependant, en consultant encore une fois ici les faits analogues que nous présentent non-seulement les autres espèces de Phylloxeras, mais encore tous les autres Aphidiens, on est autorisé à voir, dans le produit de l'œuf d'hiver, l'individu destiné à régénérer la race, soit en fondant au loin de nouvelles colonies prolifiques, soit en se mêlant aux colonies anciennes, qu'il revivifie par sa prodigieuse fécondité, retrempée dans un accouplement antérieur.

» L'importance du rôle joué par l'individu sorti de l'œuf d'hiver ne rend que plus regrettable la difficulté des observations qui le concernent. La recherche des œufs d'hiver entre les lamelles d'écorce, longue et pénible en tous temps, devient particulièrement difficile à l'époque actuelle de l'année, où l'observateur n'a plus pour se guider, comme en automne, la présence, sous ces mêmes écorces, des individus ailés et de leur progéniture sexuée, source et origine des œufs d'hiver et de la génération printanière qui en provient. Ces œufs sont rares, d'une extrême petitesse, et tranchent à peine, par leur coloration sombre, sur le fond brun des lamelles corticales : ce sont autant de circonstances qui les rendent presque impossibles à découvrir à cette époque de l'année et qui ont conduit, mais bien à tort, quelques personnes à douter de leur existence.

» Il n'en sera probablement pas de même de la jeune progéniture qui en naîtra. Celle-ci, colorée suivant toute vraisemblance en jaune pâle, comme toutes les autres formes de l'espèce pendant le jeune âge, pourra être plus facilement aperçue à la surface des écorces. En les suivant dans leurs pérégrinations au sortir de l'œuf, on les verra probablement se diriger vers la partie inférieure du cep, en franchir le collet et venir se fixer sur les premières radicelles naissant de cette partie de la souche. Plus tard, on retrouvera sur ces mêmes radicelles les petites colonies qu'ils auront formées par

leur multiplication, et ce n'est qu'à une époque plus tardive encore que des émigrants se détacheront de celles-ci pour aller peupler à leur tour les parties plus profondes du système radiculaire.

» Une observation, que j'ai eu fréquemment l'occasion de faire en examinant, à différentes périodes de l'année, des vignes nouvellement envahies, donne une confirmation presque certaine à cette explication théorique de l'extension du parasite sur les racines. Au printemps, je trouvais les colonies peu nombreuses et exclusivement établies sur les petites racines naissant directement du collet, tandis qu'à des époques plus avancées, en été et en automne, je les rencontrais non-seulement plus abondantes sur ces mêmes petites racines, mais en outre à des profondeurs généralement d'autant plus grandes que la saison était plus avancée. Or cette circonstance ne peut évidemment s'expliquer que par une invasion d'insectes venant de la surface du sol et suivant le collet pour aller s'établir d'abord sur les premières racines qu'ils rencontrent dans leur pérégrination souterraine.

» Quelle est la voie que suivent ces individus émigrants pendant leur trajet aérien? Cheminent-ils à ciel ouvert, à la surface des branches et de la souche, ou bien, au contraire, en se tenant cachés dans les galeries étroites recélant les œufs dont ils sont sortis? C'est là un point qui mérite de fixer toute l'attention des observateurs, car des déductions pratiques importantes pourront en découler pour la destruction des parasites pendant cette période de migration qui les met encore à notre portée immédiate.

» Enfin, un dernier point, demeuré jusqu'ici dans une profonde obscurité, me paraît susceptible d'être éclairci par la connaissance acquise aujourd'hui du lieu de dépôt des œufs d'hiver. Je veux parler de l'origine des Phylloxeras gallicoles des feuilles. L'identité de ces insectes avec ceux des racines est aujourd'hui un fait mis hors de toute incertitude par les observations et les expériences de MM. Planchon, Max. Cornu, Signoret, Riley et les miennes; mais on ignore encore de quelle manière ils parviennent sur les feuilles, ainsi que les liens de parenté qui les rattachent aux insectes habitant les racines du même pied de vigne. Or ce lien, à mon avis, n'est autre que l'œuf d'hiver, origine à la fois des individus radicicoles et des individus foliicoles. Déposé sur la partie ligneuse et aérienne du cep, c'est-à-dire à mi-chemin du système foliaire et du système radiculaire, ce lieu marque le point de départ commun des deux sortes d'individus au moment de l'éclosion : tandis que les uns se dirigent vers le bas du cep pour commencer leur existence souterraine, les autres suivent une

marche inverse, gagnent les parties supérieures et parviennent ainsi sur les feuilles. C'est une option qui est laissée, dès la naissance, aux divers membres d'une même famille entre la vie aérienne et la vie souterraine. Ceux qui se sont décidés pour cette dernière sont toujours certains de trouver des conditions qui leur permettent de prospérer et de produire une nombreuse descendance, quelle que soit la nature du cépage. Celle-ci influe, au contraire, beaucoup sur le sort des autres. Si le cépage est convenable, et les vignes américaines sont surtout dans ce cas, ils y montreront une fécondité au moins égale à celle de leurs congénères des racines. Dans le cas contraire, et la plupart de nos cépages indigènes présentent ce caractère, ils ne tarderont pas à périr, sauf de rares exceptions (M. Max. Cornu), ou ne formeront que des galles imparfaites, destinées à être bientôt détruites avec l'insecte qu'elles renferment. »

PHYSIOLOGIE. — *Action physiologique d'*Amanita muscaria *ou fausse-oronge; phénomènes généraux de l'empoisonnement; effets de ce poison sur les organes de la circulation, sur ceux de la respiration et les troubles de la calorification.* Note de M. A. ALISON.

(Commissaires : MM. Cl. Bernard, Sédillot, Gosselin.)

« Les expériences ont été faites avec le suc filtré ou l'extrait d'*Amanita muscaria*, ou enfin avec son alcaloïde, la muscarine.

» I. Nous avons entrepris en premier lieu l'étude des phénomènes généraux de l'empoisonnement chez les mammifères, les oiseaux, les batraciens et les reptiles. Aux symptômes habituellement observés, à la suite des empoisonnements ou des expériences physiologiques, nous pouvons ajouter, outre l'hypersécrétion des glandes en général, observée chez les mammifères (SCHMIEDEBERG et KOPPE, PRÉVOST) et également notée par nous sur les oiseaux, des phénomènes d'asphyxie manifeste, surtout chez les oiseaux, et enfin des troubles profonds de la calorification.

» II. En second lieu, nous étudions les effets de l'*Am. muscaria* sur les organes de la circulation, d'abord sur le cœur des grenouilles, puis sur celui des mammifères.

» 1° Chez les grenouilles, nous avons tout d'abord constaté, ainsi que MM. Schmiedeberg et Koppe, que, après l'injection sous-cutanée d'une dose suffisante de muscarine, le cœur s'arrête en diastole, ayant conservé son irritabilité musculaire, que cet arrêt disparaît par l'atropine, et que la muscarine ne peut plus produire son effet d'arrêt chez une grenouille préa-

lablement atropinisée. A ces faits nous pouvons ajouter les suivants : des doses très-faibles peuvent produire une légère accélération du cœur; l'arrêt diastolique s'obtient aussi par action locale, en déposant un petit fragment d'extrait sur le cœur, même après la destruction préalable de tout le système nerveux cérébro-spinal; ce même arrêt disparaît, sous l'influence non-seulement de l'atropine (SCHM. et K.), de la digitaline (BOEHM), de la calabarine (PRÉVOST), mais aussi d'un grand nombre d'autres agents (1), air, lumière, excitations périphériques, nicotine, ergotine, hyoscyamine; l'atropine cependant, qui peut rétablir les contractions, même après une ligature portée sur le cœur arrêté en diastole par la muscarine, l'emporte sur tous les autres agents, par suite surtout de ce fait qu'elle peut faire réapparaître les contractions alors que le cœur est arrêté depuis très-longtemps (après vingt-quatre heures, même en hiver), les autres agents n'ayant plus ou ayant épuisé leur action.

» Nous avons aussi étudié le mécanisme probable suivant lequel chacun des agents précités peut réveiller les mouvements du cœur; et, en ce qui concerne l'atropine, nous pensons que cet alcaloïde peut rétablir les contractions, soit en excitant les fibres sympathiques, soit en paralysant les extrémités cardiaques des vagues, soit par ces deux causes à la fois.

» Ajoutons que nous avons observé que, chez une grenouille muscarinisée, l'excitation galvanique des origines du pneumo-gastrique, après décapitation, ainsi que le contact du doigt sur une anse intestinale tirée au dehors, d'après le procédé de Pirogoff, peut également déterminer un arrêt diastolique passager du cœur. Chez une grenouille en état d'atropinisation, on ne peut plus, en employant le même procédé, arrêter le cœur en diastole, comme cela s'obtient chez une grenouille normale.

» Enfin, d'autres Amanites, entre autres l'*Amanita mappa*, quoique produisant des effets analogues à l'*Amanita muscaria*, ne déterminent pas, comme ce dernier poison, l'arrêt diastolique persistant du cœur.

» 2° Chez les mammifères, à faibles doses, l'*Am. muscaria* détermine, non-seulement chez l'homme et le chien (SCHM. et K.), mais aussi chez tous les animaux, lapins, grenouilles, etc., chez lesquels nous avons cherché à la déterminer, une augmentation du nombre des battements du cœur. A doses plus fortes, on obtient, souvent après une période d'accélération, une diminution progressive des contractions, qui disparaît par l'atropine. La pression artérielle s'abaisse rapidement sous l'influence de la muscarine,

(1) Nous avons présenté, à ce sujet, une Note à la Société de Biologie (30 janvier 1875).

mais remonte aussitôt par l'atropine (SCH. et K.). De l'étude des faits et de la discussion à laquelle nous nous sommes livré sur le mécanisme suivant lequel l'*Am. muscaria* produit l'arrêt du cœur, il résulte que, suivant toute probabilité, cet arrêt diastolique tient à la surexcitation des extrémités cardiaques des vagues, coïncidant alors avec une diminution d'activité des fibres sympathiques, qui cependant ne sont point paralysées au moment où survient l'arrêt.

» Nous avons profité de cette donnée pour chercher à éclaircir quelques points relatifs au mécanisme d'action de quelques autres poisons, nicotine, curare, hyoscyamine, sur le cœur des grenouilles.

» Enfin les cœurs lymphatiques de la grenouille continuent de battre malgré la muscarine (PRÉVOST); ils ne reprennent pas leurs mouvements par l'atropine, comme le font les battements du cœur.

» III. En troisième lieu, nous avons étudié les effets produits par l'*Am. muscaria* sur les organes de la respiration, chez les mammifères, les oiseaux, les grenouilles et les lézards.

» Les modifications éprouvées par la respiration sont relatives à la dyspnée surtout, qui est un des principaux symptômes de l'empoisonnement et qui conduit à l'asphyxie et à la cyanose, phénomènes très-manifestes chez les oiseaux et souvent même chez les grenouilles, et au degré de fréquence des mouvements respiratoires. Sous ce dernier rapport, nos expériences sont, en grande partie, confirmatives de celles de Schmiedeberg et Koppe; et l'on peut observer :

» 1° Une augmentation de nombre, puis un retour graduel au chiffre normal (faibles doses);

» 2° Une augmentation suivie d'une diminution (doses moyennes);

» 3° Une diminution progressive jusqu'à l'arrêt définitif (doses toxiques).

» Toutes ces modifications dans l'acte respiratoire peuvent s'observer après la section préalable des pneumo-gastriques, mais disparaissent par l'atropine (SCHM. et K.).

» Suivant ces deux auteurs, les mouvements respiratoires disparaissent avant les contractions du cœur. Ce fait est vrai chez les mammifères; mais, chez les batraciens, la respiration survit aux battements du cœur.

» IV. Dans nos recherches sur les troubles de la calorification, nous avons trouvé les résultats suivants :

» 1° Une élévation légère de la température, mais qui n'est pas constante et ne se produit ordinairement qu'une ou deux heures après le début (doses faibles);

» 2° Un abaissement de 1 à 2 degrés, puis un retour vers une température normale (doses moyennes);

» 3° Un abaissement très-prononcé précédant la mort (doses toxiques);

» 4° Enfin le relèvement de la température par l'atropine.

» L'abaissement de température produit par l'*Am. muscaria* et le retour vers la température normale dû à l'atropine sont deux faits très-importants : le premier peut servir pour aider au diagnostic et pour mieux fixer le pronostic dans les empoisonnements déterminés par la *Muscaria*, le second montre que cette substance possède, au point de vue de la calorification comme au point de vue des autres phénomènes généraux de l'empoisonnement, des propriétés antagonistes très-remarquables, qui peuvent servir très-avantageusement, ainsi que beaucoup de nos expériences le démontrent, à combattre les effets toxiques produits par l'*Amanita muscaria*. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur les moyens employés pour l'éducation et l'instruction des sourds-muets par la méthode d'articulation*. Mémoire de M. **Magnat**. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Milne Edwards, Cl. Bernard, Blanchard, Gosselin.)

« J'ai l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie un Mémoire accompagné d'ouvrages imprimés et de tableaux destinés à l'enseignement des sourds-muets.

» Le but que je me propose est d'assimiler, dans la plus large mesure possible, le sourd-muet à l'entendant-parlant, persuadé que ce n'est qu'à cette condition qu'on fera rentrer le sourd-muet dans la grande société humaine.

» J'ai pu m'assurer que la méthode que j'emploie est celle qui fut employée au XVIII^e siècle par Jacob-Rodrigues Pereire, et qui fut l'objet d'un rapport de Buffon. Depuis cette époque, cette méthode a été répandue partout, excepté en France, où prévalaient les idées de l'abbé de l'Épée. Pendant longtemps, la méthode d'articulation fut regardée comme une invention allemande, tandis que les procédés de l'abbé de l'Épée constituaient la méthode dite française.

» La Commission nommée par l'Académie des Sciences se composait de Ferrein, Mayran, Grandjean de Fouchy et Buffon rapporteur.

« Ce n'est point d'aujourd'hui, sans doute, lit-on dans le Rapport en » date de juillet 1749, qu'on voit confirmer par l'expérience la possibilité

» d'un art si curieux et si utile..... Mais l'exemple de M. d'Azy d'Étavigny
» est le seul dont nous ayons connaissance. »

» Le rapporteur entre ensuite dans quelques détails que l'on retrouve dans l'*Histoire naturelle* de Buffon; il y est dit que « cette éducation, si heureusement commencée, fut interrompue pendant neuf
» mois par l'absence du maître, et ne fut reprise qu'au mois de février 1748;
» que son instruction est l'œuvre de seize mois d'étude, qu'il a très-bien
» répondu, tant par l'écriture que par la parole, à plusieurs questions
» qu'on lui a faites par écrit. » Le rapporteur fait connaître en outre les diverses questions faites à un sourd-muet sur l'orthographe, l'arithmétique, les quatre règles, la géographie à l'aide des cartes, etc., et il ajoute :

« On voit même avec surprise que souvent il corrige les fautes que
» l'on fait, en écrivant, contre l'orthographe ou contre la syntaxe, qu'il
» parle à son gré, haut ou bas, et qu'il fait sentir quelques différences
» entre la question et la réponse, entre la prière et le commandement. » Buffon dit encore que l'élève paraît avoir de la vivacité et de l'esprit, et il termine en disant que « le peu de temps que le maître a employé à cette
» éducation et les progrès de l'élève sont plus que suffisants pour démon-
» trer qu'on peut, avec de l'art, amener tous les sourds-muets de naissance
» au point de commercer avec les autres hommes. »

» Le rapporteur mentionne, en outre, un alphabet manuel dont se servait Pereire et pour lequel il ne fait usage que d'une seule main. Cet alphabet, extrêmement simple et expéditif, ne doit pas être confondu avec la réunion des lettres qu'on désigne habituellement sous ce nom. Il sert en même temps à exprimer les mots et les nombres, mais d'une manière rapide et par un choix ingénieux et méthodique de signes, qui est à l'alphabet ordinaire ce que l'écriture est à la sténographie. M. Pereire, ajoute le rapporteur, vise à instruire les sourds-muets au point de comprendre ce qu'on voudra leur dire aux mouvements ordinaires des lèvres et du visage de ceux qui leur parleront... Il se promet de leur faire acquérir toutes les connaissances, excepté les idées pour lesquelles la sensation de l'ouïe est absolument nécessaire.

» Dans ces derniers temps, je fus conduit inopinément à connaître les travaux de Pereire et je ne fus pas peu surpris de constater une étroite parenté entre sa méthode et la mienne. Les rapprochements auxquels je me livrai me confirmèrent dans ma première impression ; la correspondance privée, les écrits de Pereire, tout ce qu'on put recueillir par la tradition,

corrobora mon opinion. C'est grâce à ces rapprochements que je fus conduit à établir entre la méthode de J.-R. Pereire et la mienne que je suis parvenu à déchiffrer, pour ainsi dire, de nombreux manuscrits recueillis par la famille de l'illustre instituteur, et qui, jusqu'alors, étaient restés incompréhensibles. C'est ce qui m'a permis d'affirmer, contrairement à l'opinion générale, que J.-R. Pereire a laissé toutes les pièces qui, coordonnées avec art, constituent sa méthode. Je retrouvai, dans la marche qu'il avait suivie, dans les obstacles qu'il avait dû surmonter, et jusque dans les divisions de son travail et l'alphabet employé, une identité saisissante avec la marche que j'avais suivie moi-même. Ce n'était plus, dès lors, le nom de méthode allemande qu'il convenait de donner à la méthode d'articulation, mais celui de méthode française.

» En cette circonstance comme en bien d'autres, le brevet passant à l'étranger avait perdu sa marque originelle et nous revenait avec une étiquette trompeuse.

» On peut comprendre, par cet exposé préliminaire, les raisons qui m'ont fait invoquer le nom de Pereire et qui m'autorisent à me placer sous la glorieuse égide de Buffon.

» Plus d'un siècle après Pereire, à mon tour j'ai l'honneur de demander à la nouvelle Académie de vouloir bien examiner la valeur et l'excellence des résultats d'une méthode que l'ancienne Académie des Sciences n'avait pas dédaigné d'honorer de son haut et puissant patronage, par l'organe d'un de ses membres les plus illustres.

» La méthode que j'emploie consiste à remettre en état l'organe vocal.

» Il nous faut d'abord faire fonctionner ce qu'on peut nommer la soufflerie, c'est-à-dire les poumons; le volume d'air étant lancé avec force par la poitrine, je parviens à faire vibrer les cordes vocales, ce qui me donne la voix, mais non la voix articulée ou la parole. Ce n'est que la matière première, pour ainsi dire, qu'il faut en quelque sorte modeler à l'aide de la langue, des dents, des lèvres, de toutes les parties de la bouche en un mot.

» Voilà le son produit, mais en quelque sorte un son brut qu'il faut transformer en voyelles en modifiant l'ouverture de la bouche et la disposition des lèvres. Après les voyelles viennent les consonnes, dans l'ordre des difficultés que présente leur articulation, puis enfin les syllabes et les mots. »

M. L. Saltel adresse un Mémoire sur la théorie de l'élimination.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Ed. Lucas adresse un Mémoire sur un nouveau système de Géométrie du cercle et de la sphère.

(Commissaires : MM. Puiseux, Bouquet.)

M. le vice-amiral Choppart transmet à l'Académie deux plis cachetés qui lui ont été adressés de Taïti. Ces plis portent l'épigraphe : « Je renais de mes cendres », et sont destinés au Concours pour la destruction du Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

MM. J. Deschamps, G. Le Falher, L. La Selve adressent des Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. L. Paget adresse deux Notes, l'une sur une formule d'interpolation et l'autre sur une loi relative aux révolutions sidérales des planètes et à leurs distances au Soleil.

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

M. A. Brachet adresse une Note sur de nouveaux moyens d'étudier la fluorescence.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. Laussedat prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place d'Académicien libre, laissée vacante par le décès de M. *Séguier*.

(Renvoi à la future Commission.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les Ouvrages imprimés de la Correspondance :

1° Le 3e et le 4e volume du « Journal des Actuaires français ».

2° Des « Tables pour calculer la date de la fête de Pâques », par M. *F. Burnier*.

THÉORIE DES NOMBRES. — *Impossibilité de l'équation* $x^7 + y^7 + z^7 = 0$. Note du **P. Pepin**, présentée par M. Hermite.

« **1.** L'impossibilité de résoudre en nombres entiers l'équation proposée, sans égaler à zéro l'une des indéterminées x, y ou z, a été démontrée par Lamé, dans le *Journal de M. Liouville* (tome V, page 195) et simplifiée peu de temps après par Lebesgue (tome V, page 276). En relisant ces travaux remarquables, j'ai trouvé une autre simplification fondée sur la considération de l'équation

$$u^2 = x^4 + 7^3 y^4. \tag{1}$$

» Il est facile de démontrer d'une manière générale qu'on ne peut résoudre cette équation en nombres rationnels, sans égaler y à zéro; mais, pour abréger, nous nous plaçons immédiatement dans les conditions de notre problème, et nous démontrons l'impossibilité de satisfaire à cette équation en attribuant aux indéterminées des valeurs entières, premières entre elles et toutes différentes de zéro.

» Supposons, en effet, qu'il existe des solutions de cette sorte, et considérons immédiatement celles où la valeur de y est le plus petite possible, sans se réduire à zéro. Si nous démontrons que l'une quelconque de ces solutions en fournit une autre où la valeur positive de y est inférieure à sa valeur minimum, l'absurdité de la conséquence nous permettra de conclure à l'absurdité de l'hypothèse.

» D'abord la valeur de y ne peut pas être impaire; car alors la décomposition de l'équation donnerait

$$u \pm x^2 = p^4, \quad u \mp x^2 = 7^3 q^4, \quad \pm 2x^2 = p^4 - 7^3 q^4.$$

» Or, si nous supposons x pair, nous avons la congruence impossible $1 - 7 \equiv 0 \pmod{8}$, et, si nous supposons x impair, la dernière équation réduite en congruence, suivant le module 16, devient $\pm 2 \equiv 1 - 23$

(mod. 16), ce qui est également absurde. L'équation (1) n'a donc pas de solution où la valeur de y soit impaire. Posons donc $y = 2^\alpha pq$, p et q désignant deux nombres impairs et premiers entre eux. La décomposition de l'équation (1) se fera de l'une des manières suivantes :

$$u \pm x^2 = 2p^4, \quad 2^{4\alpha-1}p^4, \quad u \mp x^2 = 2^{4\alpha-1}7^3q^4, \quad 2.7^3q^4;$$

d'où

$$\pm x^2 = p^4 - 2^{4\alpha-2}7^3q^4, \quad \pm x^2 = 2^{4\alpha-2}p^4 - 7^3q^4.$$

» Comme 7 n'est pas diviseur d'une somme de deux carrés, il faut rejeter le signe inférieur dans ces deux équations. Une nouvelle décomposition donnera donc :

1° $$p^2 \pm x = 2\lambda^4, \quad 2^{4\alpha-3}\lambda^4, \quad p^2 \mp x = 2^{4\alpha-3}7^3\mu^4, \quad 2.7^3\mu^4,$$
$$p^2 = \lambda^4 + 7^3(2^{\alpha-1}\mu)^4, \quad p^2 = (2^{\alpha-1}\lambda)^4 + 7^3\mu^4;$$

2° $$2^{2\alpha-1}p^2 \pm x = \lambda^4, \quad 2^{2\alpha-1}p^2 \mp x = 7^3\mu^4,$$
$$(2^\alpha p)^2 = \lambda^4 + 7^3\mu^4.$$

» Ainsi, dans tous les cas, la solution supposée nous fournit une autre solution où la valeur de y est μ ou $2^{\alpha-1}\mu$, tandis que la valeur $y = 2^\alpha p\lambda\mu$ était supposée le plus petite possible. Il est donc impossible de résoudre l'équation (1) en nombres entiers, premiers entre eux et tous différents de zéro.

» 2. Admettons en outre les préliminaires exposés, soit dans la Théorie des nombres de Legendre, soit dans le Mémoire cité de Lamé, à savoir que les nombres x, y, z peuvent être supposés premiers entre eux, en sorte que l'équation

(2) $$x^7 + y^7 + z^7 = 0$$

entraîne les suivantes :

(3) $$\begin{cases} y + z = l^7, & z + x = m^7, & x + y = n^7, \\ x = -l\lambda, & y = -m\mu, & z = -n\nu, \end{cases}$$

si aucun des nombres x, y, z n'est multiple de 7, et les équations

(4) $$\begin{cases} y + z = l^7, & z + x = m^7, & x + y = 7^6n^7, \\ x = -l\lambda, & y = -m\mu, & z = -7n\nu, \end{cases}$$

si l'une des indéterminées z est divisible par z.

» Nous emploierons de plus l'identité donnée par Legendre

$$(5)\qquad \left\{\begin{aligned} p^7 = x^6 + y^7 + z^7 + 7(x+y)(y+z)(z+x) \\ \times [(x^2+y^2+z^2+yz+zx+xy)^2 + pxyz], \end{aligned}\right.$$

où p désigne, pour abréger, la somme $x+y+z$.

» 3. D'abord l'équation (2) n'est pas possible à moins que l'une des indéterminées ne soit divisible par 7. Cela résulte de ce que 29 ne peut être la somme de trois septièmes puissances sans diviser l'une d'elles. En effet, si aucune des indéterminées x, y ou q n'est divisible par 29, on pourra déterminer deux nombres α, β, de manière à vérifier les congruences

$$x \equiv \alpha z, \quad y \equiv \beta z \pmod{29},$$

d'où

$$x^7 + y^7 + z^7 \equiv z^7(\alpha^7 + \beta^7 + 1) \pmod{29}.$$

Si le premier membre est divisible par 29, on a

$$\alpha^7 + \beta^7 + 1 \equiv 0 \pmod{29}.$$

Or les résidus de septièmes puissances, pour le module 29, sont ± 1, ± 12.

» On aurait donc, en choisissant convenablement les signes, l'une des congruences

$$\pm 1 \pm 1 + 1 \equiv 0, \quad \pm 1 \pm 12 + 1 \equiv 0, \quad \pm 12 \pm 12 + 1 \equiv 0 \pmod{29},$$

ce qui est manifestement impossible. Nous concluons de là d'abord que le nombre 29 ne peut diviser une somme de trois septièmes puissances sans diviser l'une d'elles, et ensuite que l'équation (2) est impossible si l'une des indéterminées n'est pas multiple de 29.

» Soit z divisible par 29, et supposons que 7 ne divise aucun des trois nombres x, y, z. On déduit des équations (3) $2z = l^7 + m^7 - n^7$, et l'on conclut du principe que nous venons de démontrer que 29 divise l'un des trois nombres l, m ou n; il divisera n, puisque, divisant z, il est premier avec x et y. Or, en substituant $y = n^7 - x$ dans l'équation (1), on obtient l'équation

$$0 = x^7 + (n^7 - x)^7 + z^7 = n^{7.7} - 7xn^{7.6} + \ldots - \frac{7.6}{1.2}x^5 n^{7.2} + 7x^6 n^7 - n^7 \nu^7,$$

d'où l'on déduit, après avoir divisé par n^7,

$$\nu^7 \equiv 7x^6, \quad \nu^7 \equiv 7m^{7.6} \pmod{n}.$$

Or $m^{14} \equiv \pm 1$ (mod. 29) et $\nu^7 \equiv \pm 1$ ou ± 12 (mod. 29). On aurait donc

$$\pm 1 \quad \text{ou} \quad \pm 12 \equiv 7 \pmod{29},$$

ce qui est impossible. L'équation (2) est donc impossible, à moins que l'une des indéterminées ne soit divisible par 7.

» Cette démonstration se déduit, comme cas particulier, de celle par laquelle Legendre a démontré, pour les nombres premiers n inférieurs à 100, que l'équation $x^n + y^n + z^n = 0$ est impossible en nombres entiers tous premiers avec n. »

NAVIGATION. — *Sur la conduite des chronomètres.* Mémoire de M. **Rouyaux**, présenté par M. Yvon Villarceau. (Extrait.)

« Dans un récent Rapport sur la nouvelle méthode de M. de Magnac, M. l'amiral Jurien de la Gravière engageait vivement les officiers de la marine française à se servir de cette méthode, pour établir son degré de précision, par de nombreuses applications, et lever ainsi les derniers doutes que certains esprits entretiennent encore sur la rigueur des recherches chronométriques. Plus de dix-huit mois avant la publication de ce Rapport, étant officier des montres dans les mers de Chine, sur le *Decrès*, j'avais soumis les chronomètres de ce navire à une étude graphique qui a beaucoup de rapports avec celle de M. de Magnac, mais qui me semble plus générale et plus complète, tout en restant de la même simplicité d'application. Cette étude faite sur des différences de marche, et non plus sur des marches directes, acquiert une continuité, une précision et une facilité extraordinaires, tout en utilisant un nombre de données triple ou quadruple. Elle me semble donc très-propre à donner à la théorie, et dans le temps minimum, la consécration réclamée des faits.

» Le Mémoire que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie est l'exposé de cette méthode. Il a été rédigé au mois de juillet 1875 à Shangaï et présenté, dès le mois d'août, au commandant du *Decrès* et à l'amiral commandant la division des mers de Chine. Cette date, dûment constatée, montre qu'il est indépendant des derniers travaux allemands, comme de la dernière brochure de M. de Magnac, bien qu'il renferme des considérations communes et qu'il apparaisse quelques mois après ces publications.

» Pour plus de clarté, je l'ai divisé en deux parties.

» Dans la première partie, je démontre que la différence des marches diurnes de deux chronomètres est régie identiquement par la même loi que les marches directes de ces chronomètres, et par conséquent également propre à faire découvrir cette loi d'abord, et ensuite à contrôler la régularité des marches futures. Je rappelle la manière d'obtenir cette différence par les comparaisons journalières, et j'insiste sur la *nécessité* de joindre l'étude toujours féconde de ces différences à l'étude directe des marches que des inconvénients nombreux et inévitables dans la navigation courante rendent très-souvent stérile. Ainsi, pour cette dernière étude, la période préalable consacrée exclusivement à recueillir un nombre suffisant de données peut atteindre, et atteint souvent une longueur démesurée, parce que les observations ne peuvent se faire que dans les relâches, quand on séjourne une semaine au moins, ou quand la longitude est exactement déterminée; les marches sont ainsi mal distribuées dans l'échelle des temps, et probablement aussi dans l'échelle des températures, parce que les jours passés à la mer sont perdus; elles seront entachées d'erreurs dues à l'observateur, à son instrument, aux circonstances atmosphériques; enfin elles ne seront d'aucune utilité à la mer, si les forces nouvelles qui naissent alors (mouvements du navire, secousses, trépidations de l'hélice) ont une influence sensible sur toutes les montres embarquées, comme cela peut arriver sur les avisos qui ne reçoivent que deux chronomètres, et comme c'est d'ailleurs arrivé sur le *Decrès*. L'étude des différences de marche, au contraire, est exempte de ces inconvénients; ainsi les lacunes sont supprimées et les observations aussi bien distribuées que la campagne le permet, parce que chaque jour fournit les valeurs simultanées des nouvelles variables; l'habileté de l'observateur, la justesse de l'instrument sont remplacées par l'opération si simple des comparaisons; enfin, à la mer, les perturbations anormales se révèlent d'elles-mêmes et peuvent être corrigées et étudiées à part, en laissant voir leur origine et quelquefois leurs lois.

» La deuxième partie est consacrée à l'exposé d'une méthode graphique applicable aux marches diurnes, comme aux différences de marches, et qui n'est au fond que l'interprétation géométrique, aussi complète que possible, du développement de M. Yvon Villarceau. Remarquant que ce développement, entre la marche z, le temps x et la température y, peut être regardé comme l'équation d'un paraboloïde, j'en fais l'étude plane au moyen de certaines sections. Je retrouve ainsi la nature parabolique des courbes isothermes, déjà signalée par M. de Magnac; mais, en outre, je démontre

quelques propriétés nouvelles de ces courbes, qui complètent leur détermination et les lient assez étroitement entre elles. Je prouve d'abord que toutes ces paraboles ont leur axe parallèle à l'axe des marches z; ce qui réduit à trois le nombre de points nécessaires à leur tracé complet, puisque leur courbure au sommet est constante : enfin, dans l'hypothèse généralement admise (et vérifiée sur les chronomètres du *Decrès*) de la petitesse relative du coefficient du terme en xy, je démontre que ces paraboles ont sensiblement leur sommet sur une même parallèle à l'axe des marches et que, dans une période limitée comme la durée d'une traversée, elles peuvent être regardées comme ayant des branches parallèles. Ces caractères facilitent considérablement le tracé de ces paraboles, dès qu'une d'entre elles est connue par trois points préalablement obtenus.

» Au moyen de sections parallèles au plan xy, je démontre que tous les points correspondant à une valeur constante de la marche sont groupés le long d'une section conique, et que toutes les coniques ainsi obtenues sont homothétiques et ont même centre. L'idée des isomarches est, je crois, nouvelle, et il est évident que la considération de ces courbes a exactement la même utilité pratique que celle des paraboles isothermes.

» En outre, je fais observer que, si la marche et la température viennent à varier beaucoup dans un court espace de temps, comme cela arrive dans une traversée rapide en latitude, la courbe des marches devra être une parabole ayant son axe parallèle à l'axe des z.

» Enfin j'examine, au moyen de ces procédés, les résultats fournis par les chronomètres du *Decrès*, pendant une campagne de trente mois, dans une des mers les plus dures du monde, dans la mer de Chine. Je me sers des deux seuls chronomètres que je possédais. Je puis ainsi constater, sur un diagramme fait à très-grande échelle, que, *en rade*, les sections isothermes et isomarches ne s'écartent de la forme théorique de branches de coniques, que d'une manière insignifiante dans la pratique de la navigation, et tout à fait nulle pour les valeurs moyennes de la marche ou de la température. En considérant la durée de la campagne, le service actif fait par le *Decrès* et le nombre énorme d'observations utilisées (plus de 150), je crois que ma méthode fournit une vérification remarquable de la justesse des lois que la formule de M. Yvon Villarceau assigne aux marches diurnes, sous la seule influence de la température et du temps; mais, dans *toutes les périodes de mer*, les isothermes présentent un relèvement, les isomarches un abaissement qui révèlent une accélération dans la différence des marches, que son sens

constant, son absence en rade et une étude plus spéciale m'a permis d'attribuer aux trépidations de l'hélice.

» Je répartissais cette accélération sur mes deux chronomètres en en portant les $\frac{2}{3}$ en accélération sur l'un et $\frac{1}{3}$ en retard sur l'autre. Cette répartition me donnait de bons atterrissages; mais pourtant, et à cause de sa petitesse (de $0^s,2$ à $0^s,9$), je n'oserais affirmer qu'elle fût exacte et que le chronomètre auquel je n'appliquais que $0^s,0$ à $0^s,3$ de correction fût réellement influencé. Je le pense toutefois, et j'appelle la plus sérieuse attention des marins sur cette fonction perturbatrice, qui n'a guère été étudiée jusqu'ici. »

NAVIGATION. — *Solution géométrique du problème de la détermination du lieu le plus probable du navire, au moyen d'un nombre quelconque de droites de hauteur, plus grand que* 2. Note de M. **H. Bertot**, présentée par M. Yvon Villarceau.

« La solution que nous présentons est celle que M. Yvon Villarceau a annoncée à l'Académie, dans sa séance du 6 mars, et qu'il nous avait invités à chercher, en nous donnant l'énoncé du problème à résoudre.

» Nous poserons d'abord les lemmes suivants :

» Lemme I. — *Étant donnés, dans un plan* (*fig.* 1), *m points, dont* P *est l'un, le centre de gravité* G *de ces points est aussi le point du plan pour lequel la somme* $\Sigma\overline{GP}^2$ *des carrés de ses distances aux points donnés est un minimum.*

» En effet, pour tout autre point A, on aurait, dans le triangle AGP,

$$\overline{AP}^2 = \overline{AG}^2 + \overline{GP}^2 - 2\,AG.GP\cos\widehat{AGP},$$

et, pour l'ensemble des points P,

$$\Sigma\,\overline{AP}^2 = m.\overline{AG}^2 + \Sigma\,\overline{GP}^2 - 2\,\overline{AG}\,\Sigma\,\overline{GP}\cos\widehat{AGP} = m.\overline{AG}^2 + \Sigma\,\overline{GP}^2;$$

car $\Sigma\,\overline{GP}\,\cos\widehat{AGP} = 0$, en vertu d'une propriété connue du centre de gravité. Donc on aurait $\Sigma\,\overline{AP}^2 > \Sigma\,\overline{GP}^2$.

» Lemme II. — *Étant données, dans un plan* (*fig.* 2), *m droites, dont* MN *est l'une; le point* G *de ce plan, pour lequel la somme* $\Sigma\,\overline{GP}^2$ *des carrés de ses distances aux droites données est un minimum, est en même temps le centre de gravité des pieds* P *des perpendiculaires abaissées de ce point sur les droites données.*

» En effet, si le centre de gravité des points P n'était pas en G, il serait

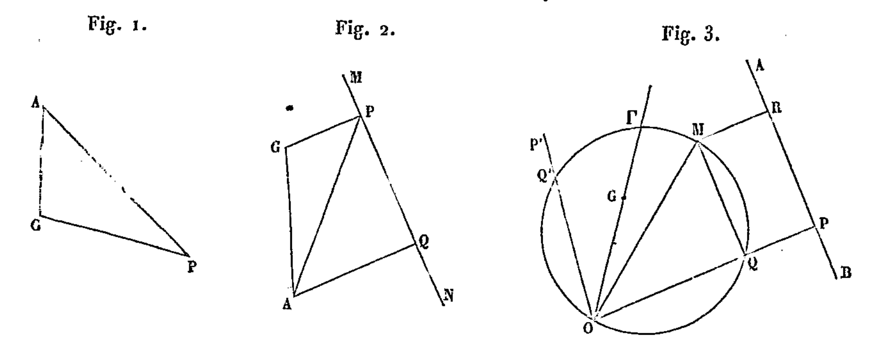
en tout autre point A. Joignons A, G, A, P, et menons AQ perpendiculaire à MN; on aurait, d'après le lemme précédent,

$$\Sigma\,\overline{GP}^2 = m.\overline{AG}^2 + \Sigma\,\overline{AP}^2 \quad \text{ou} \quad \Sigma\,\overline{GP}^2 > \Sigma\,\overline{AP}^2,$$

et d'après la *fig.* 2 $\Sigma\,\overline{AP}^2 > \Sigma\,\overline{AQ}^2$; par conséquent

$$\Sigma\,\overline{GP}^2 > \Sigma\,\overline{AP}^2 > \Sigma\overline{AQ}^2.$$

» Donc $\Sigma\,\overline{GP}^2$ ne serait pas un minimum, ce qui serait contraire à l'hypothèse; donc G est le centre de gravité des pieds P.



» Lemme III. — *Étant donnés dans un plan (fig. 3) : 1° m droites dont* AB *est l'une, et 2° le point* M, *pour lequel la somme des carrés de ses distances aux droites données est un minimum, si d'un point* O *pris dans ce plan on abaisse sur chacune de ces droites des perpendiculaires, telles que* OP *sur* AB, *et que l'on projette le point* M *sur ces perpendiculaires, soit en* Q *sur* OP, *le lieu des points* Q *est une circonférence de cercle décrite sur* OM *comme diamètre, et, de plus, le centre de gravité des points* Q *coïncide avec le centre de gravité des pieds* P.

» En effet, du point M abaissons sur les droites données des perpendiculaires, telles que MR sur AB. En vertu du lemme précédent, le point M est le centre de gravité des points R; donc la somme des projections des lignes MR sur un axe quelconque est nulle. Or on a, d'après la figure,

$$OP = OQ + QP = OQ + MR.$$

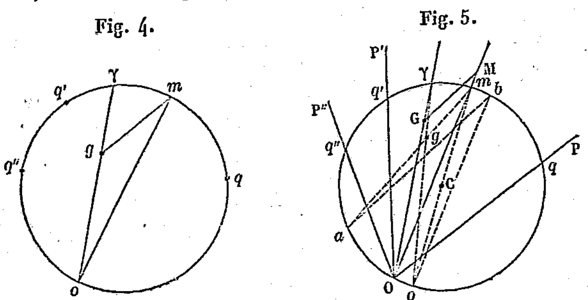
» Donc la somme des projections des lignes OP sur un axe quelconque est égale à celle des lignes OQ sur le même axe; donc le centre de gravité des points Q est le même que celui des pieds P.

» *Première remarque.* — Les points Q sont distribués sur la circonférence du cercle dont OM est le diamètre, de telle façon que deux quelconques d'entre eux, Q et Q', par exemple, comprennent un arc, mesurant un

angle au centre, double de l'angle compris entre les perpendiculaires OP et OP'. Or, ces perpendiculaires étant parallèles aux directions azimutales des astres correspondants, l'arc QQ' mesure un angle double de la différence des azimuts de ces astres.

» *Deuxième remarque.* — En menant la droite OG par le centre de gravité G, commun aux pieds P et aux points Q, jusqu'à sa rencontre avec la circonférence de cercle décrite sur OM, on détermine sur cette circonférence un point Γ dont la position est définie par la longueur de l'arc QΓ mesurant un angle au centre double de l'angle QOG.

» *Solution.* — La détermination du point M ne dépend donc plus que de la construction d'une figure semblable à la *fig.* 3. A cet effet, sur une circonférence de cercle de rayon quelconque (*fig.* 4), on prendra des points q, q', q'',... et γ, comprenant entre eux des arcs mesurant les angles, ainsi qu'il est dit aux remarques 1 et 2. Ces points seront les homologues des points Q, Q', Q'',... et Γ de la *fig.* 3. On prendra le centre de gravité g des points q, q', q'',..., homologue du centre G de la même figure. On mènera la ligne γg qui déterminera sur la circonférence la position du point o, homologue de O. Enfin on mènera le diamètre om qui donnera le point m, homologue de M; et le triangle ogm sera semblable au triangle OGM.



» *Règle pratique.* — En résumé, et dans la pratique, on suivra la règle suivante :

» *Les droites de hauteur étant données, les perpendiculaires* OP (*fig.* 5) *abaissées d'un point quelconque* O *sur ces droites étant construites, on déterminera la position du centre de gravité* G *des pieds* P *et l'on tracera la droite* OG. *D'un point quelconque* C *avec* CO *pour rayon, on tracera un cercle qui coupera les perpendiculaires* OP, OP', OP'',... *en des points* q, q', q'',... *et la droite* OG *en* γ. *On déterminera la position du centre de gravité* g *des points* q, q', q''',.... *On tracera la ligne* γg *qui, prolongée, coupera la circonférence en* o. *On tracera le diamètre* oCm *et l'on achèvera le triangle* ogm, *en joignant* m *et* g. *Enfin, sur* OG, *homo-*

logue de og, on construira le triangle OGM *semblable à ogm. La construction de ce triangle se fera en traçant la droite* O*m; en prolongeant la droite mg jusqu'en a, à la rencontre de la circonférence du cercle tracé; en menant ob parallèle à* O*m; en traçant la droite ab; et enfin, en menant, par le centre de gravité* G, *la ligne* GM *parallèle à ab, jusqu'à la rencontre de la droite* O*m en* M.

» Le triangle OGM ainsi construit est bien semblable au triangle *ogm*; en effet, les angles GOM et *gom* sont égaux, comme étant inscrits dans un même segment de cercle; les angles GMO et *abo* sont égaux, comme ayant leurs côtés parallèles et dirigés dans le même sens; d'autre part, les angles *abo* et *gmo* sont égaux, comme étant inscrits dans un même segment de cercle; par conséquent, les angles GMO et *gmo*, égaux chacun à l'angle *abo*, sont égaux entre eux. Les triangles OGM et *ogm* ont donc leurs trois angles égaux chacun à chacun; ils sont donc semblables.

» Le point M, ainsi déterminé, est donc le lieu le plus probable du navire. »

PHYSIQUE. — *Influence de la température sur l'aimantation.* Note de **M. J.-M. Gaugain.**

« Je me suis occupé déjà de ce sujet il y a quelque temps, et j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie les résultats de mes recherches, dans une Note qui a été insérée aux *Comptes rendus*, 1er février 1875. Je vais rappeler en quelques mots en quoi consistent ces résultats.

» 1. Si l'on met un barreau d'acier en contact avec le pôle d'un aimant, qu'on détermine, pour un point M du barreau, la valeur du courant de désaimantation à la température ordinaire, et qu'ensuite on chauffe légèrement le barreau avec une lampe à alcool, on trouve que la valeur du courant de désaimantation correspondant au point M est très-notablement augmentée.

» 2. Lorsqu'on laisse refroidir le barreau en le laissant en contact avec l'aimant, l'aimantation ne rétrograde pas, elle éprouve même un faible accroissement.

» 3. Quand le barreau est revenu à la température ordinaire, il suffit d'en éloigner l'aimant pendant quelques instants, pour faire disparaître une partie de l'accroissement d'aimantation résultant du chauffage; quand le contact est rétabli entre l'aimant et le barreau, on ne retrouve plus la *même* aimantation totale qu'avant la rupture du contact.

» Je vais exposer maintenant les nouveaux faits que j'ai constatés.

» 4. Lorsqu'au lieu de chauffer très-modérément le barreau d'acier mis en contact avec l'aimant, comme je l'ai fait dans mes premières recherches, on élève graduellement sa température, jusqu'à ce qu'il prenne la teinte bleue, on constate que l'aimantation grandit d'abord, atteint un maximum, puis subit une rétrogradation. Dans une série d'expériences où j'ai opéré sur un barreau de $0^m,24$ de longueur et de 10 millimètres de diamètre, j'ai constaté que, lorsque l'une des extrémités de ce barreau était mise en contact avec le pôle d'un aimant, l'aimantation totale du point milieu était représentée, à la température ambiante, par le nombre 41,6. Lorsque le barreau a été graduellement échauffé, j'ai trouvé que cette aimantation prenait successivement les valeurs suivantes : 44, 51, 55,2, 52, 52,8, 52,1, 50, 48,5, 48, 48.

» 5. Lorsque le barreau, après avoir été fortement échauffé, reste en contact avec l'aimant pendant toute la durée du refroidissement, l'aimantation totale augmente, à mesure que le barreau se refroidit; et, lorsqu'il est revenu à la température ambiante, elle conserve une valeur très-supérieure à celle qu'elle avait avant le chauffage du barreau. Dans la série d'expériences que j'ai citée tout à l'heure, la valeur de l'aimantation totale a été 63,2 après le chauffage, tandis qu'elle était auparavant 41,6 seulement.

» 6. Nous avons vu tout à l'heure (4) que, lorsque la température du barreau dépasse une certaine limite, son aimantation totale, au lieu de continuer à croître, diminue : on pourrait croire, d'après cela, que l'aimantation du barreau, ramené à la température ordinaire, diminue également lorsque la température à laquelle est porté le barreau s'élève au delà de la limite dont je viens de parler; j'ai constaté qu'il n'en est pas ainsi : l'aimantation totale du barreau, ramené à la température ordinaire, est d'autant plus grande que le barreau a été plus fortement chauffé, autant du moins que l'on reste au-dessous de la température qui donne à l'acier la teinte bleue.

» 7. Lorsque le barreau est revenu à la température ordinaire, il suffit, comme je l'ai dit (3), de supprimer pendant quelques instants le contact de l'aimant et du barreau, pour faire perdre à celui-ci une partie de l'accroissement d'aimantation qui résulte du chauffage, mais on ne lui en fait perdre qu'une partie; même après une interruption du contact, l'aimantation totale reste plus forte qu'avant le chauffage, et j'ai constaté dans un grand nombre d'expériences que son accroissement est, au moins approximativement, égal à l'accroissement de l'aimantation permanente.

» Dans toutes les expériences dont je viens d'exposer les résultats, on a

développé l'aimantation en mettant l'une des extrémités du barreau en contact avec le pôle d'un aimant; mais j'ai constaté que les résultats restent absolument les mêmes, lorsque, pour aimanter le barreau, on introduit l'une de ses extrémités dans une bobine parcourue par un courant.

» Les nouveaux faits que je viens de signaler ne peuvent plus s'expliquer d'une manière aussi simple que ceux que j'avais précédemment fait connaître (n^{os} 1, 2, 3) : on peut se rendre compte de ces derniers, comme je l'ai indiqué, en ne considérant que les variations de la force coercitive qui résultent des variations de la température; lorsque celle-ci s'élève, la force coercitive diminue et l'aimantation doit augmenter, si l'on suppose que la force aimantante et la force moléculaire antagoniste conservent sensiblement les mêmes valeurs entre les limites de température que l'on considère; lorsque le barreau vient à se refroidir, la force coercitive augmente; mais, comme c'est une force passive, elle ne peut pas imprimer aux molécules du barreau un mouvement inverse de celui qu'elles ont exécuté pendant le chauffage. L'aimantation acquise doit donc persister, et nous avons vu (n^{o} 2) qu'en effet il n'y a pas de rétrogradation pendant le refroidissement : ce fait de la non-rétrogradation me paraît caractériser la force coercitive; car, si cette force n'existait pas, que les molécules fussent exclusivement sollicitées par des forces actives, l'aimantation serait la même pendant le chauffage et pendant le refroidissement, lorsque le barreau passerait par les mêmes températures.

» Pour rendre compte des faits n^{os} 4, 5 et 6, il me paraît indispensable de recourir à d'autres considérations. Pour expliquer le fait n^{o} 4, il suffirait d'admettre que la force aimantante diminue, lorsque la température s'élève au delà de certaines limites, et c'est un point généralement admis; mais, pour rendre compte des faits n^{os} 5 et 6, il me semble nécessaire d'introduire une nouvelle hypothèse qui consiste à admettre que, lorsque les couches superficielles d'un barreau d'acier sont assez échauffées pour qu'elles ne puissent plus s'aimanter notablement, elles permettent aux couches plus profondes qui ne s'aimantaient pas du tout à la température ordinaire de recevoir une certaine aimantation. Cette hypothèse admise, les faits n^{os} 5 et 6 se trouvent expliqués; l'aimantation totale du barreau, après le refroidissement complet, est d'autant plus grande que le barreau a été plus fortement échauffé, parce que le nombre des couches qui prennent part à l'aimantation augmente avec la température; les couches superficielles, d'après l'hypothèse admise, ne s'aimantent pas sensiblement

tant que le barreau est fortement échauffé; mais elles reçoivent l'aimantation quand le barreau est suffisamment refroidi, et cette aimantation s'ajoute à celle des couches profondes.

» Si l'on admet que la force aimantante, exercée par le courant d'une bobine sur un barreau d'acier, va en diminuant lorsque la température du barreau s'élève au delà d'une certaine limite, on ne peut guère se refuser à admettre que réciproquement l'action inductrice, exercée par le barreau sur le circuit fermé d'une bobine qui l'entoure, doit également diminuer quand la température croît au delà de la même limite. Lors même que, dans ce cas, l'orientation des molécules serait invariable, le courant de désaimantation doit donc diminuer, et, comme c'est ce courant qui me sert à mesurer l'aimantation, cette aimantation doit elle-même subir une diminution apparente. Cette variation de la force inductrice doit contribuer, pour une certaine part, au décroissement de l'aimantation constaté pendant le chauffage (4), et à l'accroissement constaté pendant le refroidissement (5); cette même variation peut aussi expliquer d'autres faits que je me propose de discuter dans la suite de ce travail. »

MINÉRALOGIE. — *Sur une roche intercalée dans les gneiss de la Mantiqueire (Brésil)*. Note de M. **H. Gorceix**, présentée par M. Des Cloizeaux.

« Au milieu des gneiss qui constituent la partie la plus importante de la Serre de la Mantiqueire, dans la province de Minas-Geraès, j'ai rencontré une roche se rapprochant de l'épidote et sur laquelle j'ai pu faire quelques études au laboratoire de Minéralogie et de Géologie dépendant de l'École des Mines d'Ouro-Preto.

» Cette roche se présente en amas assez considérables près du tunnel de Pedro-Alvès, sur le chemin de fer de Pedro II, au milieu de gneiss très-riches en mica noir et où sont intercalées des couches de diorite stratiforme.

» Elle a l'aspect d'un grès friable, formé de grains de grosseur variable à angles aigus, présentant encore quelques faces cristallines, qui ne permettent guère que des mesures approximatives.

» L'homogénéité de la roche n'est altérée que par quelques petites poches remplies d'ocre jaune, et, dans sa composition, il ne paraît entrer qu'un seul minéral, sauf peut-être quelques petits grains de quartz infusibles.

» Sa densité à 24 degrés est de 3,40; elle fond facilement sans bouillon-

nement en une scorie noire dont la densité, notablement inférieure, est de 2,86. Sa dureté est comprise entre 6 et 7 (1).

» Les grains les plus volumineux, taillés grossièrement, ont permis d'apercevoir dans la lumière polarisée une des hyperboles, et, d'après les quelques mesures d'angles, je regarderai ces cristaux comme appartenant au système du prisme oblique à base rhombe (2).

» Réduite en poudre, la roche est en partie attaquée à chaud par l'acide chlorhydrique; après fusion, elle fait gelée avec l'acide azotique.

» Plusieurs analyses, ne présentant que quelques différences dans les proportions de fer et d'alumine, ont donné pour composition de la roche :

Silice	38,5
Alumine	25,1
Chaux	23,2
Protoxyde de fer	10,4
Magnésie	traces.
Perte au feu	2,6
Total	99,8

» Les quantités d'oxygène de la silice, de l'alumine et des protoxydes seraient alors dans le rapport de 7 : 4 : 3. Cette composition et les différentes propriétés du minéral qui constitue la roche me le font considérer comme une épidote où le fer se trouverait en partie à l'état de protoxyde. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Réponse à deux critiques de M.* Faye; par M. **H. Hildebrand Hildebrandsson.**

« L'année dernière, M. Faye a critiqué devant l'Académie les résultats auxquels j'étais arrivé dans un Mémoire sur les courants supérieurs de

(1) Les grains séparés de la masse fondent avec un bouillonnement plus ou moins marqué. (*Dx.*)

(2) De petits cristaux à faces brillantes, à arêtes un peu émoussées, m'ont en effet offert, comme forme dominante, la combinaison des faces a^1, h^1, p de l'épidote, avec les incidences :

	Observé.	Calculé.
ph^1 *adj*	115°20′	115°27′
pa^1 sur h^1	63°40′	63°52′
h^1a^1 *adj*	128°25′	128°25′

A travers h^1 et a^1 on voit, au microscope polarisant, un système d'anneaux excentré, dont l'hyperbole est bordée intérieurement par du bleu, extérieurement par du rouge, pour la compensation négative obtenue à l'aide d'une lame de quartz. Le plan des axes optiques est perpendiculaire à l'axe de la zone ph^1a^1. (*Dx.*)

l'atmosphère; récemment, après avoir contesté l'exactitude de mes observations sur la trombe de Hallsberg, il résume ses propres théories.

» M. Faye désirait voir mes recherches poursuivies sur une plus grande échelle; ce souhait se réalise. En effet, un grand nombre de directeurs des établissements météorologiques établis en Europe m'ont offert des observations sur les mouvements de cirrhus : nous en recevons tous les mois. La discussion de ces documents confirme les résultats de mon premier essai.

» Quant à ma relation de la trombe de Hallsberg, M. Faye dit qu'il est évident que ce n'est qu'avec une idée préconçue que j'ai interprété les faits recueillis et que j'ai laissé de côté les faits les plus significatifs. A l'appui de cette accusation, M. Faye remarque que M. Larsanderson, qui était dans la forêt au moment de la catastrophe, raconte qu'une masse de nuages venant du sud s'abaissait subitement: « Ainsi, dit M. Faye, tout au rebours des » conclusions de M. Hildebrandsson, qui déclare la trombe ascendante, on » la voit *descendre*. » Mais un vent du sud, par exemple, peut souvent souffler plus tôt à Londres qu'à Paris. Ainsi, un mouvement ascendant peut très-bien commencer à une certaine hauteur et se propager vers le sol. En tout cas, il est bien naturel que la condensation de la vapeur d'eau commence dans les parties les plus hautes, et par conséquent les plus froides. M. Faye oublie que de nombreux observateurs à Hallsberg ont vu « les » nuages planer tranquillement au-dessus de la trombe ».

» M. Faye pense que les arbres des bords de l'espace fauché sont tombés en dedans, parce que les parois verticales de la tranchée formaient un obstacle bien capable de limiter les angles de la chute; « mais il y avait là, dit-il, en effet, plus de 900 arbres couchés par terre dont l'auteur ne » parle pas, sans doute parce qu'ils n'offraient plus la même régularité et » qu'ils gisaient dans toutes les directions. »

» Au contraire, *ils offraient tous la régularité la plus surprenante*. Ils gisaient l'un auprès ou au-dessus de l'autre, comme le blé coupé par la faux. Précisément à cause de cette régularité, j'ai pensé inutile d'insérer dans la planche la direction de chaque arbre; mais j'ai mesuré à plusieurs endroits la direction des arbres fauchés et j'ai indiqué ces directions par des lignes pointillées. Du reste, les sommets des arbres les plus proches avaient leurs sommets courbés et pliés *en dedans*. Les débris des maisons ont partout été jetés *en dedans* vers la trajectoire du centre; deux poiriers, à Stora Hesselberg, *placés sur un endroit tout à fait libre*, gisaient de la même manière.

» A la fin de sa Note, M. Faye résume ses théories en sept thèses. Ces théories nous semblent en opposition avec les faits les mieux constatés par

l'étude des cartes synoptiques pendant vingt ans ou depuis l'organisation de la météorologie télégraphique à l'Observatoire de Paris. Selon M. Faye, les mouvements gyratoires à axe vertical se produisent dans l'atmosphère aux dépens des inégalités de vitesse des grands courants horizontaux. Ils sont toujours descendants; ils suivent le fil du courant supérieur et leur étude nous fait connaître la marche des courants supérieurs de l'atmosphère. Dans un autre Mémoire, M. Faye donne (1) des cartes représentant la marche des courants supérieurs au-dessus de toute la surface terrestre. Sur l'hémisphère boréal nous trouvons le courant supérieur nommé le *contre-alizé*, dirigé du sud-est au nord-ouest; dans la zone tempérée, il tourne vers le nord-nord-est et enfin, dans les régions polaires, il y a un mouvement gyratoire de l'ouest à l'est autour du pôle.

» Nous voudrions connaître les observations sur lesquelles cette représentation des vents supérieurs est fondée. Selon M. Faye, le contre-alizé est dirigé du sud-est; au contraire, les savants et les marins sont unanimes pour déclarer qu'il est dirigé du sud-ouest sur l'Atlantique et même de l'ouest sur les Antilles.

» Dans ces régions, les cyclones se dirigent, en effet, du sud-est au nord-ouest, c'est-à-dire *perpendiculairement* à la direction des courants supérieurs. En Europe, les observations des mouvements des cirrhus sont jusqu'ici très-rares. Toutefois les nombres trouvés confirment mes résultats. En effet, les cartes de M. Buchan, représentant les isobares pour chaque mois et pour l'année, montrent qu'il existe en moyenne un minimum sur la partie boréale de l'Atlantique et sur la mer de Glace, au nord de la Scandinavie.

» On voit que les cirrhus vont, en s'éloignant de ce minimum, moins en Angleterre et plus en Suède. Les dépressions se meuvent en général vers le nord-est, ou à peu près *perpendiculairement* à la direction moyenne des courants supérieurs sur nos contrées. Enfin, selon M. Faye, les courants supérieurs et les trajectoires des bourrasques doivent, à des latitudes élevées, présenter une concavité vers le pôle. C'est l'inverse qui a lieu. Déjà, en 1870, M. Mohn (2) a constaté que les bourrasques parvenues au nord de l'Europe s'abaissent généralement vers l'est et le sud-est dans l'intérieur du continent.

» Chaque tourbillon est, selon M. Faye, « un phénomène général,

(1) *The Nature*, 1875.
(2) *Atlas des tempêtes*. Christiania, 1870.

» semblable, mécaniquement, aux tourbillons de nos cours d'eau, et c'est » à tort, dit-il, que certains météorologistes ont cherché à leur substituer » leurs idées favorites de tempêtes centripètes. »

» Nous nous permettrons de fixer l'attention sur les *faits* suivants :

» 1° *Il est rare que la forme des isobares soit circulaire.* Ils sont souvent irréguliers, à l'ordinaire d'une forme allongée. Pour 203 tempêtes, en Amérique, M. Loomis (1) a trouvé récemment les rapports suivants entre le plus grand et le plus petit diamètre : en 55 pour 100, $\frac{3}{2}$: 1; en 30 pour 100, 2 : 1; en 9 pour 100, 3 : 1; et en 4 pour 100, 4 : 1; en 2 pour 100, le rapport n'est pas indiqué.

» 2° L'examen des cartes synoptiques montre que l'air se *meut en spirale vers le centre d'un minimum;* cela résulte de la loi de M. Buys-Ballot, loi fondamentale de la Météorologie moderne. En Europe, l'angle du vent avec le rayon est 60°-80°.

» Selon M. Faye, le vent doit au contraire *diverger* dans la partie antérieure d'une bourrasque, la direction observée résultant des mouvements de rotation et de translation.

» 3° *La partie antérieure et la partie postérieure d'une bourrasque sont tout à fait différentes,* en sorte que le passage du centre amène un changement brusque dans tout le caractère du temps (2), ce qui s'explique si le mouvement de l'air a aussi une composante dirigée en haut, car alors il faut que d'autre air afflue sans cesse des régions différentes.

» Tous ces faits sont en contradiction avec les idées de M. Faye. »

M. F. **Plateau** adresse une Note sur ses droits de priorité relativement à l'étude de la digestion chez les Insectes.

M. E. **Macé** adresse une Communication sur l'emploi de la boussole.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart.   J. B.

---

(1) *Results derived from an examination of the U.-S. weather mays* (*American Journal of Sciences and Arts,* 1074-76).

(2) Mohn, *loc. cit.* — Hildebrandsson, *Études sur quelques tempêtes* (*Actes de la Société royale des Sciences et des Belles-Lettres,* à Gothembourg, 1871). — Voyez aussi *Bulletin hebdomadaire de l'Association scientifique de France,* 1870, p. 189.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 13 mars 1876.

(suite.)

Minutes of proceedings of the institution of civil Engineers, with other selected and abstracted papers; vol. XLII, session 1874-75; part. IV. London, 1875; in-8° relié.

Transactions of the american philosophical Society, held at Philadelphia, for promoting useful knowledge; vol. XV, new series, part II. Philadelphie, Henry C. Lea, 1875; in-4°.

Proceedings of the american philosophical Society; vol. XIV, n° 94. Philadelphie, 1875; in-8°.

United-States exploring expedition during the years 1839, 1840, 1841, 1842, *under the command of Charles Wilkes, U. S. N.;* vol. XV; *The geographical of animal and plants; by* Ch. Pickering. Boston, Little, Brown and C°. London, John Murray, 1854; in-4°.

Proceedings of the Boston Society of natural History; vol. XIII, XIV, XV, XVI, 1869-1874. Boston, 1871-1874; 4 vol. in-8° reliés.

Proceedings of the Boston Society of natural History; vol. XVII, part I, II. Boston, 1874-1875; 2 liv. in-8°.

Jeffries Wyman. *Memorial meeting of the Boston Society of natural History;* october 7, 1874. Boston, sans date; br. in-8°.

Historical notes on the earthquakes of new England, 1638-1869; *by* William T. Brigham. Boston, 1869; in-4°. (Extrait des *Memoirs of the Boston Society of natural History.*)

Memoirs of the Boston Society of natural History; vol. II, part I, number II, III; part II, number, I, II, III, IV; part III, number I, II, III, IV, V; part IV, number I. Boston, 1872-1875; 12 liv. in-4°.

First annual Report of the commissioners of State-Parks of the State of New-York. Albany, Weed, Parsons and C°, 1874; br. in-8°.

Report of the topographical Survey of the adirondack wilderness of New-York, for the year 1873; *by* Verplanck Colvin. Albany, Weed Parsons and C°, 1874; in-8° relié.

Twenty-third annual Report of the president, treasurer, and librarian of the mercantile Library Association of San-Francisco, 1875. San-Francisco, Bacon and C°, 1876; in-8°.

Bulletin of the United-States geological and geographical Survey of the territories; Bulletin n°s 2, 3, second series. Washington, Government printing office, 1875; 2 liv. in-8°.

Catalogue of the publications of the United-States geological Survey of the territories, F.-W. HAYDEN. Washington, Government printing office, 1874; br. in-8°.

Monthly Report of the Department of Agriculture, january and february 1876. Washington, Government printing office, 1876, br. in-8°.

The american ephemeris and nautical Almanac, for the year 1878. Bureau of navigation. Washington, 1875; in-8°.

Annual Report of the board of regents of the Smithsonian Institution, showing the operations, expenditures and condition of the institution for the year 1874. Washington, Government printing office, 1875; 1 vol. in-8° relié.

Report of the United-States geological Survey of the territories, F.-V. HAYDEN; vol. II. Washington, Government printing office, 1875; in-4° relié.

Memorie del reg. Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti; vol. XVIII, part. III. Venezia, G. Antonelli, 1875; in-4°.

Nuova formula per l'applicazione del sistema metrico da sottoporsi al comitato internazionale residucte in Parigi. Lodi, Cost Dell' Avo, 1876; br. in-8°.

Vantaggi diretti ed indiretti che si potrebbero attendere dalla convenzione di Parigi del 20 *maggio* 1875, *per l'unificazione del sistema metrico.* Lodi, Cost Dell' Avo, 1875; br. in-8°.

Terrenos paleozoicos de Portugal. Sobre a existencia do terreno siluriano no Baixo Alemtejo. Memoria apresentada a Academia real das Sciencias de Lisboa por J.-F.-N. DELGADO. Lisboa, typ. da Academia real das Sciencias, 1876; in-4°.

Observaciones astronomicas hechas en el Observatorio nacional de Santiago de Chile en los años de 1856 *á* 1860; por el Dr CARLOS GUILLERMO MOESTA, t. II. Dresde, imp. Teubner, 1875; in-4°. (Présenté par M. Le Verrier.)

OUVRAGES REÇUS PENDANT LA SÉANCE DU 20 MARS 1876.

Journal des Actuaires français; t. III, IV, 1874-1875. Paris, Gauthier-Villars, 1874-1875; 2 vol. in-8° reliés.

Conseil d'hygiène publique et de salubrité du département de la Seine. Rapport à M. le Préfet de police sur l'insalubrité des eaux de la Bièvre; par M. POGGIALE. Paris, Boucquin, 1875; br. in-4°.

Expériences faites à la station viticole de Cognac dans le but de trouver un procédé efficace pour combattre le Phylloxera; par MM. MAX. CORNU et MOUILLEFERT, délégués de l'Académie des Sciences. Paris, Imp. Nationale, 1876; in-4°. (Extrait du t. XXV des *Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des Sciences.*)

Cours d'articulation. Enseignement de la parole articulée aux sourds; par M. MAGNAT. Paris, Sandoz et Fischbacher, 1874; 1 vol. in-12°.

Premier et deuxième livre de lecture; par M. MAGNAT, *d'après la méthode de* J.-R. PEREIRE. Genève, Taponnier et Studer, 1874; 2 br. in-8°.

Citolégie pour les sourds-muets; par S. MAGNAT, Directeur de l'Institution des sourds-muets, à Genève; 10 tableaux. Genève, Taponnier et Studer, sans date.

Album de gravures correspondant à la Citolégie; par M. MAGNAT. Genève, Taponnier et Studer, 1875; in-8°.

VIRLET D'AOUST. *Le niveau moyen des mers du globe.* Paris, typog. Hennuyer, 1875; opuscule in-8°. (Extrait *de l'explorateur géographique et commercial.*)

Ascensions au Popocatepetl et à l'Iztaccihualt (Mexique); par M. VIRLET D'AOUST. Avesnes, imp. Dubois-Viroux, 1875; opuscule in-8°.

Liste des Membres de la Société botanique de France au 1er *janvier* 1876. Paris, imp. Martinet, 1876; in-8°.

Zur Dreitheilung eines Kreisbogens; von G. SIDLER. Bern, Jent et Reinert, 1876; in-4°.

Il canale di Suez e l'agricoltura italiana. Studj del Prof G. CANTONI. Milano, coi tipi del giornale *Il Sole*, 1876; br. in-4°.

Atti del reale Istituto veneto di Scienze, Lettere ed Arti; t. XV, serie terza, Disp. prima, ottava, nona, decima; t. I, serie quinta, Disp. settima, ottava, nona. Venezia, 1869-1875; 7 liv. in-8°.

The great Iowa meteor; by Dr G. HINRICHS. New-York, D. Appleton, 1875; br. in-8°. (Présenté par M. Daubrée.)

Topographical Atlas projected to illustrate geographical explorations and surveys West of the 100 *th. meridian of longitude prosecuted in accordance with acts of Congress under the authority of* Hon. Wm. W. BELKNAP, etc. Sans lieu ni date; atlas in-f° oblong.

ERRATA.

(Séance du 28 février 1876.)

Page 521, la courbe pleine forte de la *fig.* 2 (l'Europe) doit être relevée de 6 degrés, tout en restant parallèle à elle-même.

(Séance du 6 mars 1876.)

Page 542, ligne 5, *au lieu de* à la fin, *lisez* à la fois.
» ligne 20, *au lieu de* Annual Rapport, *lisez* Annual Report.
» dernière ligne, *au lieu de* en divisant, *lisez* en le divisant.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 MARS 1876.

PRÉSIDENCE DE M. LE VICE-AMIRAL PÂRIS.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

NAVIGATION. — *Influence des variations de pression sur la marche des chronomètres*. Note de M. YVON VILLARCEAU.

« Les observations faites en mer et sur le littoral par M. de Magnac n'ont décelé aucune influence des variations de pression sur la marche des chronomètres; toutefois, les faibles variations barométriques qui ont pu avoir lieu dans ces circonstances sont incomparablement moindres que celles auxquelles M. Boussingault a fait allusion dans la dernière séance.

» Je rappelle encore le résultat de mes recherches théoriques sur le mouvement des chronomètres, sous l'influence d'une résistance de l'air, protionnelle au carré de la vitesse: dans cette hypothèse, la résistance de l'air ne produirait que des effets insensibles. Depuis lors, la loi du carré de la vitesse a été contestée et remplacée par d'autres fonctions; en sorte que l'expérience était nécessaire pour trancher la question: il paraîtrait, d'après les observations faites en Allemagne, que la loi du carré de la vitesse suffit à la théorie du mouvement des chronomètres. C'est ce dont on pourra juger, par les extraits suivants d'un Mémoire allemand inséré

dans les *Annalen der hydrographic und maritimen Meteorologie, herausgegeben von der Kaiserlichen Admiralität.*

» On lit, page 345 :

« M. Villarceau n'a pas perdu de vue la question de l'influence des pressions barométriques sur les marches des chronomètres; il résulte de ses recherches théoriques que l'influence qu'on pourrait leur attribuer n'existe pas. »

» Page 348 :

« En vue de reconnaître l'action de la pression atmosphérique sur les marches des chronomètres, on les plaça, pendant un grand nombre de jours, sous le récipient d'une machine pneumatique, et l'on fit descendre graduellement la hauteur barométrique de 100 millimètres. A quelque point que ce soit de cette descente barométrique, il fut possible de constater l'influence de la pression atmosphérique sur les marches des chronomètres, et les résultats de ces expériences montrèrent clairement l'accord complet des faits avec les conclusions auxquelles M. Villarceau était arrivé dans ses recherches théoriques. »

MÉCANIQUE. — *Sur les petits mouvements d'un fluide incompressible dans un tuyau élastique.* Note de M. **H. Resal.**

« Dans cette Note, j'ai moins pour objet de traiter une question particulière que d'attirer l'attention des géomètres sur les belles recherches expérimentales de M. Marey, qui ont fait, de la part de ce savant professeur, l'objet d'un Mémoire intitulé : *Mouvement des ondes liquides pour servir à la théorie du pouls* (1875).

» Soient

p_0 la pression extérieure censée constante;

ω_0, R_0 la section et le rayon du tuyau à l'état naturel;

p, ω, v la pression, la section et la vitesse correspondant à la longueur s de l'axe du tuyau mesurée à partir d'une origine déterminée;

ρ la densité du liquide;

e l'épaisseur du tuyau;

E le coefficient d'élasticité de ce tuyau.

» Nous supposerons que le rapport $\frac{e}{R_0}$ soit assez petit pour qu'on puisse en négliger la seconde puissance.

» On reconnaît facilement que la tension élastique développée dans une section méridienne, rapportée à l'unité de longueur du tuyau, a pour valeur

$$R_0(p - p_0),$$

d'où, pour la dilatation correspondante,

$$\lambda = \frac{R_0(p-p_0)}{Ee}.$$

» On a alors

$$(1) \qquad \omega = \omega_0 + 2\pi R.R\lambda = \omega_0\left[1 + \frac{2R_0}{Ee}(p-p_0)\right].$$

» Dans ce qui suit, nous négligerons : 1° la pesanteur, ce qui revient à supposer le tuyau sensiblement horizontal; 2° les termes de l'ordre de v^2 et de $v\varepsilon$.

» L'hypothèse des tranches donne la même relation

$$(2) \qquad \frac{dv}{dt} = -\frac{1}{\rho}\frac{dp}{ds}$$

que si le tuyau était indéformable.

» Dans le temps dt, il passe par la section ω le volume liquide $\omega v dt$, et par la section qui en est distante de ds le volume $\omega v dt + \frac{d\omega v}{dt}dt\,ds$; il est donc resté, entre les plans de ces deux sections, le volume $-\frac{d\omega v}{dt}dt\,ds$, qui a produit l'augmentation de volume $\frac{d\omega}{dt}dt\,ds$. Nous avons donc

$$\frac{d\omega v}{d} = -\frac{d\omega}{dt};$$

d'où, en développant et ayant égard à la relation (1) ainsi qu'au degré d'approximation convenu,

$$(3) \qquad \frac{dv}{ds} = -\frac{2R_0}{Ee}\frac{dp}{dt}.$$

Si l'on élimine p entre les équations (2) et (3), on trouve

$$(4) \qquad \frac{d^2v}{dt^2} = \frac{Ee}{2R_0\rho}\frac{d^2v}{ds^2},$$

équation dont la forme est bien connue et d'où l'on déduit, pour la vitesse de la propagation des ondes,

$$V = \sqrt{\frac{Ee}{2R_0\rho}}.$$

» Ainsi cette vitesse est égale à la racine carrée du produit du coefficient d'élasticité et de l'épaisseur du tuyau, divisé par celui du diamètre du tuyau et de la densité du liquide. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Observations de température faites au muséum d'Histoire naturelle pendant l'année météorologique 1875, avec les thermomètres électriques placés dans l'air ainsi que sous des sols gazonnés et dénudés;* par MM. BECQUEREL et EDM. BECQUEREL. (Extrait.)

« Nous avons eu l'honneur de présenter à l'Académie, dans sa séance du 13 mars dernier, la première partie des tableaux météorologiques contenant les résultats des observations de température faites au Muséum depuis le 1er décembre 1874 jusqu'au 1er décembre 1875, sous le sol, à des profondeurs variant de 1 mètre à 36 mètres; aujourd'hui nous présentons le résumé des observations faites dans l'air, ainsi que celles qui ont lieu à la partie supérieure du sol, suivant qu'il est dénudé ou couvert de végétaux pendant la même période de temps. Les observations ont été faites, comme les précédentes, à l'aide du thermomètre électrique, qui permet de suivre les changements de température loin du lieu d'observation, et qui a été décrit antérieurement d'une manière suffisante (1).

» Les tableaux relatifs aux observations de température dans l'air, au nord ainsi qu'au haut d'un mât à 20 mètres au-dessus du sol, n'offrent rien de particulier sur ce qui a été observé dans les années antérieures, si ce n'est que la température, à une certaine hauteur, a été, en moyenne, au Muséum, un peu plus élevée que la moyenne des maxima et des minima au nord. La moyenne annuelle des maxima et des minima au nord ayant été de 11°,02 pendant l'année météorologique 1875, on a eu à ces diverses stations, pendant le même temps :

	Temp. moyenne annuelle		Différence.
	au haut du mât.	au nord.	
A 6 heures du matin...........	8°,24	8°,77	0,53
A 9 heures du matin...........	10,97	11,25	0,28
A 3 heures du soir............	14,16	14,50	0,34

» Du reste, le Mémoire renferme les tableaux détaillés de ces observations.

» Les observations sous le sol, depuis 0m,05 jusqu'à 0m,60, suivant que la surface est gazonnée et entourée de végétaux à quelque distance, ou dénudée et sablonneuse, donnent lieu à des conclusions intéressantes, qui

(1) *Mémoires de l'Académie des Sciences*, t. XXXII, XXXVIII et XL; *Comptes rendus*, t. LXXXII, p. 387.

		Température moyenne mensuelle à 6 heures du matin.					Température moyenne mensuelle à 3 heures du soir.					Température moyenne mensuelle.				
		0m,05.	0m,10.	0m,20.	0m,30.	0m,60.	0m,05.	0m,10.	0m,20.	0m,30.	0m,60.	0m,05.	0m,10.	0m,20.	0m,30.	0m,60.
Décembre 1874.	Sol gazonné	3°,02	3°,32	3°,91	4°,29	5°,36	3°,06	3°,33	3°,82	4°,25	5°,33	3°,04	3°,33	3°,87	4°,27	5°,35
	Sol dénudé	1,31	2,07	2,27	2,88	4,28	1,60	1,84	2,21	2,83	4,25	1,46	1,96	2,24	2,86	4,27
	Différence	1,71	1,25	1,64	1,41	1,08	1,46	1,49	1,61	1,42	1,08	1,58	1,37	1,63	1,41	1,08
Janvier 1875.	Sol gazonné	2,57	2,69	2,96	2,94	3,34	2,85	2,78	2,90	2,99	3,41	2,71	2,74	2,93	2,97	3,38
	Sol dénudé	2,21	2,35	2,53	2,73	3,39	3,38	2,87	2,61	2,72	3,44	2,80	2,61	2,57	2,73	3,41
	Différence	0,36	0,34	0,43	0,21	-0,05	-0,53	-0,09	0,29	0,27	-0,03	-0,09	0,13	0,36	0,24	-0,03
Février 1875.	Sol gazonné	1,24	1,51	1,97	2,19	3,11	1,49	1,60	1,89	2,19	3,09	1,37	1,56	1,93	2,19	3,10
	Sol dénudé	0,44	0,68	1,11	1,51	2,65	1,38	1,21	1,23	1,21	2,61	0,91	0,95	1,17	1,50	2,63
	Différence	0,80	0,83	0,86	0,68	0,46	0,11	0,39	0,66	0,98	0,48	0,46	0,61	0,76	0,69	0,47
Mars 1875.	Sol gazonné	3,82	4,05	4,26	4,23	4,28	4,73	4,34	4,20	4,17	4,29	4,28	4,20	4,23	4,20	4,29
	Sol dénudé	3,04	3,63	4,38	4,66	4,67	7,27	5,31	4,73	4,44	4,69	5,16	4,47	4,56	4,55	4,68
	Différence	0,78	0,42	-0,12	-0,43	-0,39	-2,54	-0,97	-0,53	-0,27	-0,40	-0,88	-0,27	-0,33	-0,35	-0,39
Avril 1875.	Sol gazonné	8,04	8,34	8,49	8,19	7,51	10,16	9,13	8,36	8,02	7,51	9,10	8,74	8,43	8,11	7,51
	Sol dénudé	6,87	7,91	9,14	9,65	8,62	15,12	12,84	10,15	9,21	8,68	11,00	10,38	9,65	9,43	8,65
	Différence	1,17	0,43	-0,65	-1,46	-1,11	-4,96	-3,71	-1,79	-1,19	-1,17	-1,90	-1,64	-1,22	-1,32	-1,14
Mai 1875.	Sol gazonné	14,93	15,26	15,29	14,80	13,57	17,54	16,23	15,15	14,59	13,61	16,24	15,75	15,22	14,70	13,59
	Sol dénudé	13,56	14,71	15,99	16,31	14,92	22,50	20,14	17,20	16,00	14,90	18,03	17,43	16,68	16,16	14,91
	Différence	1,37	0,55	-0,70	-1,51	-1,35	-4,96	-3,91	-2,05	-1,41	-1,29	-1,79	-1,68	-1,46	-1,46	-1,32
Juin 1875.	Sol gazonné	17,80	18,18	18,30	17,95	16,93	20,17	19,10	18,11	17,74	16,93	19,00	18,64	18,21	17,85	16,93
	Sol dénudé	16,29	17,29	18,52	18,92	17,92	24,03	22,23	19,63	18,68	17,91	20,16	19,76	19,13	18,85	17,92
	Différence	1,51	0,89	-0,22	-0,97	-0,99	-3,86	-3,13	-1,52	-0,94	-0,98	-1,16	-1,12	-0,92	-1,00	-0,99
Juillet 1875.	Sol gazonné	18,45	18,79	18,95	18,74	18,10	20,10	19,43	18,82	18,61	18,13	19,28	19,11	18,89	18,68	18,12
	Sol dénudé	16,16	17,11	18,29	18,71	17,96	23,39	21,59	19,44	18,57	18,97	19,83	19,35	18,87	18,64	17,97
	Différence	2,29	1,68	0,66	0,03	0,14	-3,29	-2,16	-0,62	0,04	-0,84	-0,55	-0,24	0,02	0,04	0,15
Août 1875.	Sol gazonné	19,56	19,91	20,09	20,00	19,47	21,04	20,40	19,96	19,83	19,48	20,30	20,16	20,03	19,92	19,48
	Sol dénudé	17,30	18,27	19,45	19,91	19,31	24,14	22,44	20,35	19,63	19,27	20,72	20,36	19,90	19,77	19,29
	Différence	2,26	1,64	0,64	0,09	0,16	-3,10	-2,04	-0,39	0,20	0,21	-0,42	-0,20	0,13	0,15	0,19
Septembre 1875.	Sol gazonné	17,40	17,82	18,19	18,74	18,67	18,34	18,15	18,08	18,24	18,61	17,87	17,99	18,14	18,51	18,64
	Sol dénudé	14,90	15,78	16,89	17,45	17,54	20,35	19,07	17,57	17,24	17,54	17,63	17,43	17,23	17,33	17,54
	Différence	2,50	2,04	1,30	1,29	1,13	-2,01	-0,92	0,51	1,00	1,07	0,24	0,56	0,91	1,18	1,10
Octobre 1875.	Sol gazonné	11,83	12,33	12,92	13,37	14,40	12,26	12,40	12,78	13,24	14,31	12,05	12,27	12,85	13,31	14,36
	Sol dénudé	8,25	9,02	10,09	10,89	12,23	11,22	10,83	10,41	10,66	12,18	9,74	9,93	10,25	10,83	12,21
	Différence	3,58	3,31	2,83	2,48	2,17	1,04	1,57	2,37	2,58	2,13	2,31	2,34	2,60	2,48	2,15
Novembre 1875.	Sol gazonné	7,74	8,14	8,66	9,03	10,04	7,96	8,14	8,47	8,97	9,97	7,85	8,14	8,57	9,00	10,01
	Sol dénudé	5,57	6,03	6,61	7,17	8,49	6,69	6,63	6,69	6,71	8,44	6,13	6,34	6,65	6,94	8,47
	Différence	2,17	2,11	2,05	1,86	1,55	1,27	1,49	1,78	2,26	1,53	1,72	1,80	1,92	2,06	1,54
Année (moyenne).	Sol gazonné	10,53	10,69	11,16	11,20	11,23	11,64	11,25	11,04	11,07	11,22	11,09	10,97	11,10	11,13	11,22
	Sol dénudé	8,82	9,57	10,43	10,89	10,99	13,42	12,25	11,01	10,68	10,99	11,12	10,91	10,72	10,78	10,99
	Différence	1,71	1,12	0,73	0,31	0,24	-1,78	-1,00	0,03	0,39	0,23	-0,03	0,06	0,38	0,35	0,23

viennent confirmer celles que nous avons présentées l'année dernière (1). Douze tableaux d'observations donnent les températures à ces différentes profondeurs tous les jours de chaque mois, le matin à 6 heures et le soir à 3 heures; nous en avons déduit les moyennes mensuelles renfermées dans le tableau ci-dessus. Les températures sont corrigées de la variation du zéro du thermomètre à mercure placé au milieu de l'appareil thermo-électrique.

» On voit qu'à 5 centimètres sous le sol la moyenne mensuelle de chaque mois est plus élevée à 6 heures du matin sous le sol gazonné que sous le sol dénudé de 2°,5 en été et de 1 degré en hiver, et en moyenne annuelle de 1°,71. A 3 heures, de mars en septembre, c'est-à-dire au printemps et en été, c'est l'inverse qui a lieu, et l'action solaire sur le sol sablonneux donne à celui-ci un excès de température variant de 2 à 5 degrés suivant les mois, sur la température observée sous le sol gazonné; de septembre en février (en automne et en hiver), le refroidissement du sol dénudé est plus grand et sa température est plus basse de 1 degré à 1°,5 que celle du sol gazonné. En moyenne annuelle, à 3 heures, la température du sol gazonné est plus basse de 1°,78 que celle du sol dénudé. Si l'on prend la moyenne diurne annuelle, ces excès de température se compensent, et, à cette profondeur de 5 centimètres, la moyenne annuelle sous les deux sols est sensiblement la même, et à très-peu près égale à celle de l'air au nord.

» A la profondeur de 10 centimètres, on observe à 6 heures du matin et à 3 heures du soir des effets analogues à ceux qui ont lieu à 5 centimètres, si ce n'est que les différences de température entre les deux sols sont moindres; ce résultat doit dépendre du temps que met la chaleur à pénétrer par voie de conductibilité au travers d'une épaisseur double de terre. Ainsi, à 6 heures du matin, la moyenne annuelle sous le sol gazonné est de 1°,2 plus élevée que sous le sol dénudé, au lieu de l'être de 1°,71, comme à 5 centimètres, et à 3 heures de l'après-midi, sous ce dernier sol, la température est plus élevée de 1 degré que sous le sol couvert d'herbes, au lieu de l'être de 1°,78. Quant à la moyenne annuelle, elle ne diffère que de 0,06 sous les deux sols, mais elle a été un peu plus basse que celle à 5 centimètres (de 0°,1 à 0°,2).

» A partir de $0^m,20$ comme à $0^m,30$ et $0^m,60$ de profondeur, en mars, avril, mai et juin, la température moyenne devient plus basse sous le sol

(1) *Comptes rendus*, t. LXXX, p. 773.

gazonné que sous le sol dénudé; mais, dans les autres mois, elle est toujours plus élevée, de sorte que la moyenne de l'année reste plus élevée, à la profondeur de $0^m,20$, savoir : à 6 heures du matin, de $0^o,73$, à 3 heures de $0^o,38$, et comme moyenne diurne de $0^o,38$.

» A $0^m,30$, les moyennes mensuelles à 6 heures du matin et à 3 heures du soir sont peu différentes dans chaque sol; à $0^m,60$, elles sont les mêmes dans chacun d'eux, mais la température reste plus élevée sous le sol couvert d'herbes, de $0^o,35$ à la profondeur de $0^m,20$, et de $0^o,23$ à $0^m,60$.

» Ainsi les changements diurnes sous les deux sols se font sentir assez vivement jusqu'à $0^m,20$, et à partir de cette épaisseur ils diminuent rapidement; mais, néanmoins, l'avantage reste toujours au sol gazonné, qui a donné des moyennes annuelles plus élevées.

» Si l'on examine les variations de températures dans les différents mois à ces diverses profondeurs, on trouve que, jusqu'à 60 centimètres, c'est en février qu'a lieu la température la plus basse et en août la plus élevée, et les différences des moyennes de ces mois donnent pour les diverses profondeurs :

Différences entre les températures des mois d'août et de février.

	Profondeur.				
	0,5	0,10	0,20	0,30	0,60
Sol gazonné......	18,93	18,60	18,10	17,73	16,38
Sol dénudé.....	19,81	19,41	18,73	18,17	16,66

» A 1 mètre, la température moyenne mensuelle minimum n'a lieu qu'en mars, et le maximum en septembre, et la différence a été de $10^o,37$ pour cette année 1875.

» On a vu antérieurement qu'à la profondeur de 6 mètres cette différence mensuelle moyenne n'a été que de $2^o,47$ en 1875, le minimum moyen ayant eu lieu en mai et le maximum en novembre et décembre; à 11 mètres, cette différence n'a plus été que de $0^o,28$, et elle est devenue faible au delà.

» Le tableau suivant renferme les moyennes annuelles sous les deux sols, pendant les quatre dernières années, ainsi que les températures moyennes annuelles des maxima et des minima dans l'air, et celles à 1 mètre de profondeur sous le sol, températures corrigées de la variation du zéro des thermomètres placés dans les appareils thermo-électriques.

ANNÉES.	Température annuelle moyenne de l'air, au nord. Moyenne des maxima et des minima (thermométrographe).	Température annuelle moyenne de l'air, au nord. Moyenne des maxima (Negretti) et des minima (Rutherford).	Température sous le sol dénudé à 1 mètre de profondeur.	Température moyenne annuelle sous le sol. à $0^m,05$ de profondeur. Sol gazonné.	Sol dénudé.	Différence.	à $0^m,10$ de profondeur. Sol gazonné.	Sol dénudé.	Différence.	à $0^m,20$ de profondeur. Sol gazonné.	Sol dénudé.	Différence.	à $0^m,30$ de profondeur. Sol gazonné.	Sol dénudé.	Différence.	à $0^m,60$ de profondeur. Sol gazonné.	Sol dénudé.	Différence.
1875	11,00	11,03	10,70	11,09	11,12	—0,03	10,97	10,91	+0,06	11,10	10,72	+0,38	11,13	10,78	+0,35	11,22	10,99	+0,23
1874	11,44	11,44	11,83	11,52	11,68	—0,16	11,50	11,42	—0,08	11,57	11,26	+0,31	11,61	11,35	+0,26	11,68	11,57	+0,11
1873	11,33	11,36	11,87	11,87	11,53	+0,34	11,87	11,23	+0,64	11,90	11,51	+0,39	11,93	11,30	+0,63	11,99	11,44	+0,55
1872	11,35	11,10	11,32	11,62	11,61	+0,01	10,92	10,41	+0,51	10,90	10,31	+0,59	10,77	10,27	+0,50	11,74	11,30	+0,44
Moy.	11,28	11,23	11,43	11,52	11,49	+0,03	11,31	10,99	+0,32	11,36	10,95	+0,41	11,36	10,93	+0,40	11,66	11,33	+0,33

» On reconnaît que dans cette période de quatre années, comme dans l'année 1875, si la température moyenne annuelle est à peu près la même à la partie supérieure dans les deux sols et peu différente de la température de l'air, à une certaine profondeur de $0^m,20$ à $0^m,60$, l'influence de la végétation qui couvre le sol se fait sentir sur la moyenne annuelle, qui est alors plus élevée sous le sol gazonné que sous le sol dénudé, de $0°,3$ à $0°,4$. On voit aussi qu'à $0^m,60$, sous le sol dénudé, à côté du câble qui donne la température à 1 mètre sous le sol, la température moyenne a été de $11°,33$ quand elle a été de $11°,43$ à 1 mètre, c'est-à-dire que la différence de température a été de $0^m,10$ pour les 40 centimètres de différence de niveau; mais il faut observer que cette différence tient non-seulement à la profondeur plus grande de la couche, mais encore à l'influence des eaux et aux causes qui peuvent modifier la température sous d'autres faibles épaisseurs.

» Ainsi l'on voit, d'après ces résultats, de même que d'après les observations des années précédentes, que la température a été en moyenne un peu plus élevée sous le sol gazonné que sous le sol dénudé, et en outre que sous le premier sol la température n'est pas descendue au-dessous de zéro; fait qu'il est important de prendre en considération pour se rendre compte de la conservation, sous les sols gazonnés et couverts de végétaux, des corps organisés et des racines des plantes qui sont sensibles à l'action de la gelée. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les allures comparées du thermomètre et du baromètre durant la tourmente de mars* 1876; par M. **Ch. Sainte-Claire Deville.**

« J'ai déjà fait voir depuis longtemps (1) qu'on peut considérer les deux courbes barométrique et thermométrique, pour une même localité, comme se composant de fragments sensiblement semblables, *mais non synchroniques*, de telle sorte qu'il suffit de déplacer l'une des courbes par rapport à l'autre d'un certain nombre de jours ou de fractions de jour, pour les rendre remarquablement parallèles. Seulement, cette quantité dont une des courbes doit être déplacée pour devenir parallèle à l'autre est variable. Après être restée constante pendant un temps quelquefois assez long, elle vient à varier

(1) *Comptes rendus*, t. LXVII, p. 574; *Nouvelles météorologiques*, t. I, p. 316; t. II, p. 6, 33, 60, 91, 119, 145, 174, 203, 260, 312; t. III, p. 64. — *Bulletin quotidien de l'Observatoire météorologique central de Montsouris* (1870-1872), *passim*.

brusquement, sous l'influence de causes encore inconnues. Elle est parfois de vingt-quatre heures, mais elle peut atteindre cinq ou six jours. Elle est moyennement de trois jours.

» J'ai déjà aussi fait ressortir comment cette propriété des deux courbes, combinée avec le retour périodique décemdiurne des variations de la température, pouvait être utilisée pour la prévision des abaissements ou des accroissements dans la température d'un lieu.

» On peut se demander si l'allure parallèle, à distance, des deux courbes persiste, même dans le cas où l'une d'elles subit des oscillations violentes et considérables. J'ai démontré qu'il en est ainsi, dans plusieurs de mes précédents Mémoires, où j'ai discuté des oscillations brusques qui se sont produites, soit dans la température, soit dans la pression; mais j'ai voulu me poser la question pour la dernière baisse du baromètre, qui a eu lieu du 10 au 12 de ce présent mois de mars, et qui a, comme on sait, amené de terribles bourrasques et de grands désastres sur une partie de l'Europe.

» Et d'abord, l'oscillation de la température, qui se manifeste invariablement, et dont le minimum tombe entre le 9 et le 13 du mois civil, s'est-elle produite? Le diagramme de la *fig.* 1 répond affirmativement. Les nombres qui le composent sont les moyennes (demi-somme des minima et des maxima diurnes) pour trois stations combinées, qui représentent parfaitement le climat de Paris. Ces trois stations sont le Parc-Saint-Maur (M. Renou); Versailles (M. Bérigny); le Grand-Montrouge (M. Seyti). En combinant ces trois moyennes en un seul nombre, on diminue l'amplitude de l'oscillation; mais on est assuré d'avoir éliminé toute influence accidentelle.

» Il suffit de jeter un coup d'œil sur la *fig.* 1 pour s'assurer que, du 6 au 12, il y a une courbe concave très-prononcée, dont le point le plus bas tombe le 10. Le résultat moyen de l'oscillation est, cette année, dans le sens d'une élévation de la température au-dessus de la moyenne. La moyenne du 6 présente, en effet, plus de 11 degrés, tandis qu'on peut évaluer très-sensiblement à 6 degrés la moyenne des trois stations pour cette fraction de l'année.

» En considérant cette figure, on ne peut s'empêcher d'être frappé du ressaut brusque que subit la température du 12 au 14; mais, si l'on examine comparativement les deux courbes du thermomètre et du baromètre, on s'explique parfaitement cet accident singulier de la température. C'est ce que j'ai cherché à faire ressortir dans la *fig.* 2.

» Cette figure contient deux courbes, la courbe barométrique pleine et la courbe thermométrique ponctuée. Elles s'appliquent toutes deux à la sta-

tion météorologique du Parc-Saint-Maur, où M. Renou, avec l'aide de son assistant, M. Cœurdevache, fait dix-neuf observations par jour, et en particulier les huit observations 1, 4, 7, 10 du matin; 1, 4, 7, 10 du soir, que

Fig. 1.

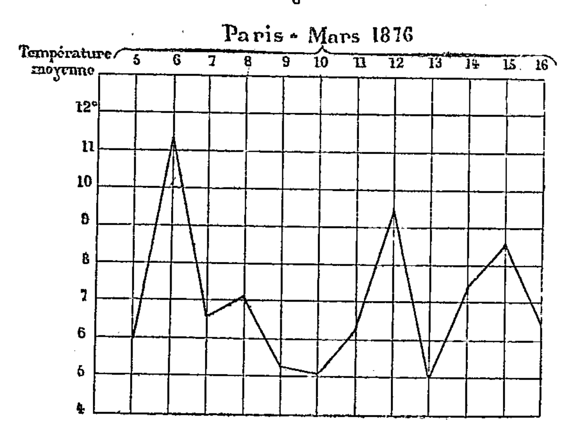
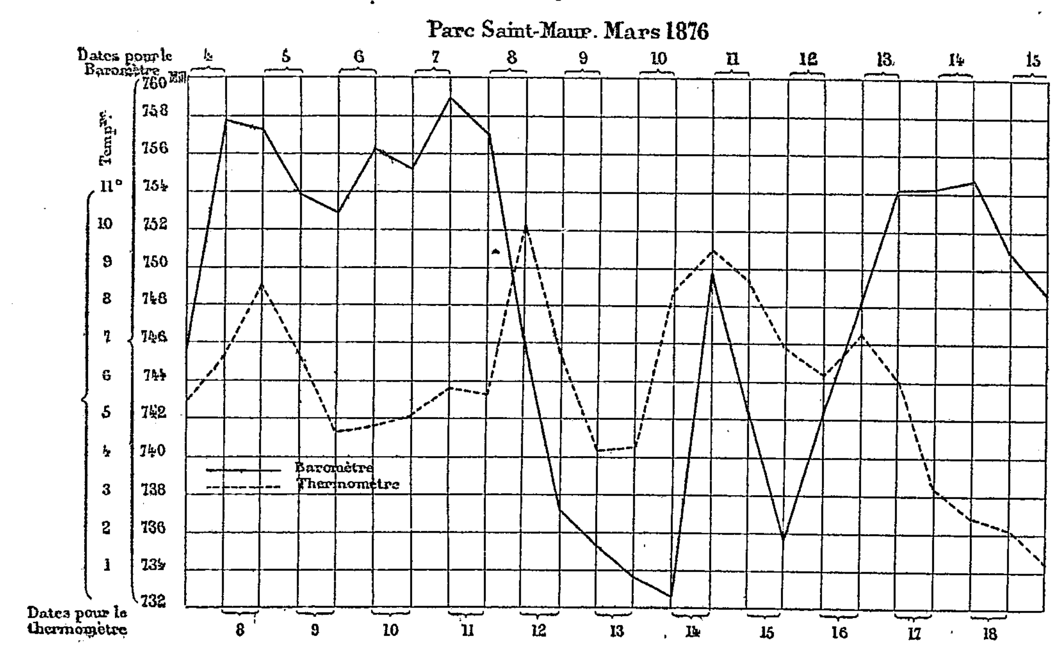


Fig. 2.



nous considérons, M. Renou et moi, comme la série trihoraire normale, parce qu'elle est incontestablement la plus avantageuse au point de vue de l'étude de la variation des éléments météorologiques.

» L'emploi de cette série trihoraire me permet d'obtenir, pour le baro-

mètre comme pour le thermomètre, deux ordonnées par jour. En effet, j'ai montré (*Bulletin quotidien*, autographié, *de l'Observatoire météorologique central de Montsouris*) que, lorsqu'on possède cette série pour une localité, on représente la moyenne (barométrique ou thermométrique) d'un mois, par exemple, aussi bien par la moyenne des quatre heures : 4, 7, 10 heures matin et 1 heure soir que par la moyenne des quatre autres heures 4, 7, 10 heures soir et 1 heure matin. Il en résulte que, lorsque deux de ces moyennes consécutives ne sont pas égales entre elles, leur variation représente très-bien la variation qui s'est opérée, dans la pression comme dans la température, dans l'intervalle de douze heures. On peut donc ainsi suivre, de douze heures en douze heures, la marche comparative du baromètre et du thermomètre.

» C'est ce que j'ai fait, pour la petite période dont il s'agit, d'après les nombres recueillis à la station du Parc-Saint-Maur. Seulement, et pour mieux faire saillir le parallélisme entre les deux courbes, j'ai immédiatement déplacé l'une d'elles, par rapport à l'autre, de la distance moyenne en temps qui sépare deux inflexions correspondantes. La courbe thermométrique est avancée de *trois jours et demi* sur celle du baromètre. Grâce à cette disposition, on voit très-bien comment le mouvement thermométrique du 8 au 12 était représenté trois jours à l'avance par l'allure du baromètre, et comment le relèvement de la température du 14 entre deux abaissements était très-fidèlement représenté trois jours et demi à l'avance par la vive oscillation du baromètre, qui, en moins de quarante-huit heures, a marqué 732 millimètres, puis 750 pour retomber à 736.

» L'analyse détaillée de ce mouvement remarquable de l'atmosphère montre donc : en premier lieu, que l'oscillation périodique de la température, du 9 au 13 mars, n'a pas manqué de se produire; en second lieu, que la loi du parallélisme non synchronique de la température et de la pression se réalise même dans les plus brusques variations de ces deux éléments météorologiques.

« M. le général **Morin**, à l'occasion de la Communication de M. Ch. Sainte-Claire Deville, croit devoir appeler son attention sur le parti que l'on pourrait tirer, pour des observations sur la marche du thermomètre et du baromètre, d'appareils chronométriques, donnant des indications continues. Il pense que les courbes que l'on obtiendrait ainsi permettraient de suivre, avec plus de sûreté que des observations faites à intervalles, les lois de variation des phénomènes.

» Il rappelle qu'en 1867 il a présenté à l'Académie un thermomètre électrique enregistreur basé sur les recherches de M. Becquerel, et au moyen duquel on avait pu observer avec continuité, pendant deux jours consécutifs, la marche des températures dans la grande cheminée de ventilation du Conservatoire des Arts et Métiers. Plusieurs des diagrammes ainsi obtenus ont été mis sous les yeux de l'Académie. »

« M. **Ch. Sainte-Claire Deville**, pour répondre au désir exprimé par M. le Général Morin, propose, dans une prochaine séance, de mettre sous les yeux de l'Académie quelques-unes des courbes continues obtenues, pour ce mouvement remarquable de l'atmosphère, au moyen d'appareils enregistreurs, et de montrer comment il n'a aucun intérêt, au point de vue où il se place dans ces études, à utiliser ces courbes elles-mêmes. »

MINÉRALOGIE. — *Remarque à propos de la dernière Communication de M.* Lockyer *sur de nouvelles raies du calcium;* par M. **Ch. Sainte-Claire Deville.**

« La curieuse expérience signalée par M. Lockyer dans sa Lettre à M. Dumas sur la propriété qu'aurait le calcium de présenter deux systèmes de raies distincts, suivant l'énergie des batteries qu'on lui applique, pourrait offrir aux minéralogistes un intérêt capital.

» En effet, dans la série de leçons que j'ai professées au Collége de France, et que j'ai résumées dans un *Essai sur la répartition des corps simples dans les substances minérales naturelles* (1), j'ai établi que les éléments électropositifs des combinaisons naturelles n'entrent pas indifféremment dans ces combinaisons; que quelques-uns de ces corps appartiennent, en quelque sorte, virtuellement, à un groupe de minéraux déterminé atomiquement et cristallographiquement, et sont, au contraire, toujours étrangers à d'autres groupes, même très-voisins; mais je montrais qu'il existe le plus souvent, entre deux groupes voisins, deux minéraux appartenant respectivement à chacun des deux groupes, et caractérisés par un même élément basique, jouant seul ce double rôle, et auquel j'ai donné le nom de *corps limite* ou *corps pivot*.

» Or, de tous les corps simples, c'est le calcium qui joue le plus ordinairement ce rôle singulier, ainsi qu'on peut s'en assurer, en parcou-

---

(1) *Comptes rendus*, t. LIV, p. 782, 880 et 949.

rant les exemples cités dans mon Mémoire (1). Cette propriété remarquable de pouvoir appartenir, à la fois, à des types différents est-elle liée, dans le calcium, à sa double manière d'être sous l'influence des dissociants? En sera-t-il de même pour le titane, le fer, etc., qui semblent aussi, dans la nature minérale, jouer, en quelque sorte, le rôle de Protées?

» Je soumets ces questions à l'attention de notre savant Correspondant. »

GÉOLOGIE. — *Expériences sur la schistosité des roches et sur les déformations des fossiles, corrélatives de ce phénomène; conséquences géologiques de ces expériences.* Note de M. **Daubrée**, première Partie. (Extrait.)

« Des observations faites dans des contrées diverses ont, depuis longtemps, appris que les plans de division ou de *clivage*, qui caractérisent les roches dites schisteuses, et auxquels correspond la propriété de se diviser en feuillets minces comme les ardoises, sont tout à fait distincts des plans de stratification. Un fait fondamental le prouve : c'est la régularité avec laquelle ces plans de clivage se poursuivent en restant toujours parallèles entre eux, même lorsque les couches qu'ils traversent sont fortement infléchies et ployées. Cette indépendance apprend, en outre, que les plans de clivage se sont produits, non-seulement après que les couches où ils se manifestent s'étaient déposées, mais encore lorsque ces couches avaient déjà perdu leur horizontalité, sous de puissantes étreintes.

» Un autre caractère, non moins essentiel, a été mis en évidence par des observations exactes et approfondies : c'est que la production du clivage, dans les terrains stratifiés, se montre en rapport d'une part avec les actions qui ont déformé les fossiles dans les mêmes couches; d'autre part, avec les axes de redressement et les grandes lignes de dislocation. Ainsi ce phénomène, selon toute probabilité, devait être attribué à des actions mécaniques.

» C'est pour soumettre cette idée au contrôle de l'expérimentation que des expériences ont été faites, il y a une quinzaine d'années, par M. Sorby, par M. Tyndall et par moi.

» Au clivage se rattache, dans les roches cristallisées, un caractère analogue que l'on a cru devoir désigner sous un nom particulier, celui de *foliation* ou de *lamination*. Les gneiss, les leptynites en présentent les

(1) Carbonates rhombiques et rhomboédriques; sulfates anhydres et hydratés; fluo et chloro-phosphates et arséniates (*apatites* et *wagnérites*), etc.

exemples les plus connus. La question qui nous occupe entre donc intimement dans l'histoire de roches très-variées et en même temps très-développées dans l'écorce terrestre.

» Les belles recherches expérimentales de M. Tresca (1) ont ouvert un horizon nouveau sur la connaissance des mouvements intérieurs qui se produisent, lorsque des corps solides se trouvent soumis à des pressions assez énergiques pour les déformer et les forcer à *s'écouler*, suivant l'expression hardie et juste employée par ce savant. Dans le désir de revenir à l'examen expérimental de l'importante question de la schistosité et de quelques faits qui se rattachent à cette texture, j'ai demandé à notre savant confrère de recourir à sa connaissance approfondie du sujet, et il a bien voulu m'accorder son concours de la manière la plus efficace, pour satisfaire au programme que je m'étais proposé. En lui témoignant ici l'expression de mes vifs remercîments, je tiens à l'offrir en même temps à M. Alfred Tresca, ingénieur civil.

» *Production du feuilleté.* — Les nouvelles expériences dont il va être rendu compte ont été exécutées, pour la plupart, avec la presse hydraulique qui a servi aux principales recherches de M. Tresca sur l'écoulement des solides (2). L'effort pouvait s'y élever jusqu'à 100 000 kilogrammes de pression totale exercée sur les plaques; mais on est toujours resté notablement au-dessous de cette force.

» L'argile sur laquelle on voulait expérimenter, après avoir été amenée à un degré de consistance convenable par la dessiccation, était placée entre des parois verticales de formes cylindriques ou prismatiques. Par suite de la pression qu'un piston exerçait sur elle, cette argile était forcée de s'écouler de bas en haut, sous la forme d'un jet, entre les bords d'une ouverture de section moindre, pratiquée dans une matrice métallique.

» On a fait successivement varier dans leur forme et dans leur disposition l'argile soumise à la pression et l'orifice par lequel elle s'écoulait.

» 1° Dans une première série d'expériences, le cylindre était circulaire et l'orifice, également circulaire, était concentrique au cylindre. Les diamètres de ces deux cylindres étaient de 10 et de 2 centimètres, c'est-à-dire dans le rapport de 5 à 1; les sections et, par conséquent, la vitesse du piston et celle du jet étaient dans celui de 25 à 1.

» En se servant d'argile plastique de Montereau, mélangée de sable

(1) *Mémoires des Savants étrangers*, t. XVIII, p. 733, t. XX, p. 75; 1872.
(2) Mémoire précité, t. XVIII, p. 746.

quartzeux fin, on a obtenu une texture feuilletée, ou, plus exactement, une texture fibreuse des mieux caractérisées. De l'argile que l'on avait mélangée de paillettes de mica, au lieu de quartz, a fourni le même résultat. Ces paillettes manifestent une tendance évidente à se diriger parallèlement au jet; leurs plans sont orientés de diverses manières, mais disposés de façon à produire, comme dans le premier cas, des couches concentriques à la surface cylindrique du jet. La texture obtenue dans ces deux expériences rappelle, par son aspect, la texture d'une tige de bois de dicotylédone avec ses couches annuelles; elle reproduit la texture de certaines roches que l'on a qualifiées de fibreuses (en allemand *flaese rig*).

» 2° En faisant écouler l'argile micacée par un orifice rectangulaire, placé au centre du cylindre vertical, on a obtenu une texture qui diffère de la précédente. Comme dans le premier cas, les paillettes de mica se placent en totalité parallèlement à l'axe d'écoulement, la plupart parallèles à la grande face, d'autres, en beaucoup plus petit nombre, parallèles à la petite face du rectangle de la section.

» 3° Afin d'éviter que la matière afflue de tous les points de la masse cylindrique vers le centre, et pour simplifier le phénomène, on a remplacé le cylindre circulaire des expériences précédentes par un prisme rectangulaire; puis on a produit l'écoulement entre les lèvres d'un orifice également rectangulaire, dont la largeur était précisément celle du prisme de terre. Le rapport des sections était cette fois de 10 à 1.

» L'argile sableuse et surtout l'argile mélangée en proportions variables de paillettes de mica ont acquis une schistosité des mieux caractérisées; les feuillets sont parallèles à la grande face du jet.

» On a mélangé à l'argile, non-seulement du mica en petites paillettes, mais aussi en lames carrées de 4 à 5 millimètres de côté. Ces dernières sont venues se placer avec une régularité plus grande encore que les paillettes dans le plan précité, c'est-à-dire parallèlement à la grande face du jet.

» Ces diverses pâtes feuilletées artificielles rappellent complétement, dans l'aspect de leur cassure, certaines roches naturelles, phyllades quartzifères, schistes micacés et micaschistes.

» De l'argile non mélangée de sable ou de mica se comporte de même et produit une schistosité d'autant plus fine que la matière se divise elle-même en particules plus ténues.

» Des cristaux autres que ceux de mica s'alignent régulièrement dans ce mode d'écoulement. Ainsi, quand à la pâte on ajoute successivement de petites

tiges cylindriques, et, à défaut de cristaux de feldspath sanidine, isolés et suffisamment minces, de petites plaques de plomb de même forme, les unes et les autres se dirigent parallèlement au jet. Les plaques en forme de feldspath se placent à peu près en totalité parallèlement à la schistosité, à laquelle elles contribuent par conséquent pour leur part.

» *Déformation des fossiles en corrélation avec la schistosité des roches.* — Les déformations considérables et variées que présentent les trilobites, les brachiopodes et en général les fossiles renfermés dans les roches schisteuses peuvent guider dans la recherche des forces auxquelles les roches enveloppantes ont été soumises.

» Un second type, non moins fréquent que les changements de courbures, est représenté par les bélemnites de diverses localités des Alpes, qui ont été tronçonnées et dont les segments se sont plus ou moins écartés. Ces faits ont été remarqués depuis longtemps, dans quelques parties du massif du mont Blanc et dans diverses localités des Alpes suisses et françaises.

» Pour compléter la démonstration expérimentale de la schistosité, il convenait donc de reproduire aussi ces déformations diverses de fossiles qui paraissent corrélatives du premier phénomène et lui servir de témoins permanents.

» Lorsqu'un têt n'a pas plus d'épaisseur que celui d'un trilobite, il n'est pas difficile de le déformer en l'empâtant dans de l'argile que l'on soumet ensuite à une pression.

» Quant aux fossiles à têts épais, on arrive à les déformer, mais en les enchâssant préalablement dans une masse qui offre plus de cohérence que l'argile, par exemple dans du plomb.

» La résistance d'une bélemnite ordinaire était trop grande pour qu'on pût la tronçonner au milieu de l'argile, au moins dans les conditions de pression dont on pouvait disposer. Pour remédier à cette difficulté et obtenir une rupture sous un moindre effort, on a taillé dans de la craie une série de cônes très-allongés, ayant la forme d'une bélemnite ordinaire. Ce sont ces imitations de bélemnites en craie qui ont été l'objet d'une série d'expériences dans lesquelles on a fait varier, d'une part, la consistance de l'argile, d'autre part son mode d'écoulement ou d'écrasement.

» Je n'exposerai pas dans cet extrait comment ces cônes de craie ont toujours été tronçonnés et écartés dans ces diverses épreuves.

» Il était à supposer que les bélemnites proprement dites se comporte-

raient comme les cônes de craie de même forme, qui n'en différaient que par une moindre cohésion.

» Plusieurs expériences par voie d'écrasement ont été faites sur des bélemnites (*belemnites niger*), qui avaient été enchâssées très-exactement, au moyen du moulage, dans une masse de plomb en forme de parallélépipède. La pièce de plomb était chaque fois soumise à une pression d'environ 50 000 kilogrammes. On a obtenu ainsi des bélemnites tronçonnées dont les fragments sont plus ou moins espacés et qui, par conséquent, ont augmenté de longueur, exactement comme les types naturels que l'on avait en vue. L'échantillon que je mets sous les yeux de l'Académie, comparé à l'état initial qui est représenté par un moulage, montre bien le changement qui s'est produit. Quelques-uns des tronçons se sont allongés en s'écrasant.

» *Observations théoriques sur les conditions dans lesquelles peut se produire la schistosité.* — Jusqu'à présent, la texture schisteuse des roches n'avait été imitée artificiellement qu'au moyen d'une pression exercée perpendiculairement au plan de schistosité. Or, dans les expériences qui forment l'objet de la présente Communication, on voit naître un feuilleté des mieux caractérisés sous des conditions différentes; car les feuillets s'y produisent, et cela pour des bandes de plusieurs mètres de longueur, *dans le sens même de la pression et du mouvement.*

» C'est un résultat qui trouvera son application dans l'histoire des roches schisteuses cristallines, particulièrement dans celles, à feuillets à peu près verticaux, qui occupent le centre de beaucoup de massifs montagneux.

» Ces mêmes expériences conduisent aussi à une explication théorique différente de celle qui était généralement admise.

» Un corps incomplétement solide, ou doué d'une certaine plasticité, étant soumis à une pression assez énergique pour le forcer à s'écouler dans le sens suivant lequel il rencontre le moins de résistance, se comporte à peu près comme le ferait un liquide très-visqueux. Dans ce mouvement, les molécules voisines ne marchent pas uniformément; les différentes vitesses qu'acquièrent ainsi les molécules contiguës les font *glisser* les unes sur les autres. De là un alignement prononcé, des éléments de formes diverses, cristaux, lamelles aplaties ou particules microscopiques.

» On voit donc que c'est à tort que certains géologues ont voulu distinguer d'une part le clivage, d'autre part l'alignement des cristaux connu sous le nom de *foliation* ou de *lamination;* ces deux caractères remarquables

dérivent de la même cause et l'expérience les produit dans des conditions identiques et simultanément : nous les comprenons sous le nom unique de *schistosité*.

» Cette texture schisteuse ou feuilletée, conséquence directe d'un glissement, offre nécessairement une situation en rapport avec le mode et la direction de son écoulement, ainsi qu'on le constate pour les diverses dispositions successivement employées dans les expériences. Ce fait est également à prendre en considération dans l'étude de l'agencement des roches.

» Il n'est pas nécessaire que la masse plastique soit mélangée de parties *visiblement* différentes pour acquérir la texture schisteuse. Une même substance, tout en étant chimiquement homogène, peut ne pas l'être dans sa constitution physique, par exemple dans son degré de cohésion. C'est ce qui paraît arriver en général, même dans des corps, comme le plomb métallique, dont l'uniformité d'aspect ne ferait pas soupçonner de semblables différences (1).

» En outre, dans les expériences faites par voie d'écoulement, aussi bien que dans celles de compression directe, on voit qu'il suffit d'un trajet très-court, de quelques centimètres à peine, pour que les particules s'alignent et qu'un feuilleté très-régulier se manifeste.

» D'ailleurs des mouvements relatifs très-lents paraissent devoir conduire à ce résultat aussi bien que les mouvements relatifs rapides.

» L'examen microscopique des masses feuilletées artificiellement contribue encore à les assimiler aux roches feuilletées naturelles. Des sections très-minces pratiquées perpendiculairement aux feuillets sur ces pâtes, soit après une simple dessiccation à la température ordinaire, soit après une calcination au rouge, montrent des feuillets minces qui se dessinent par des teintes différentes et qui se contournent exactement autour des grains quartzeux, à la manière de ce qui arrive dans les micaschistes pour les feuillets de mica qui enveloppent chaque grenat.

» Ce qui ajoute encore à leur ressemblance avec les roches naturellement feuilletées, c'est la manière dont ces produits d'expérience se comportent dans la conductibilité de la chaleur, soit à l'état cru, soit après la cuisson. M. Jannettaz, qui a bien voulu, à ma prière, en soumettre quelques-uns à l'expérience, y a reconnu, sur les tranches des feuillets et même dans leur

(1) Cela résulte d'une expérience faite par M. Tresca sur un cylindre de plomb. (Mémoire précité, p. 77, *fig.* 1, et 79.)

plan, une série d'ellipses analogues, par la dimension relative de leurs axes, à celles qui se dessinent sur les schistes naturels.

» Il importe de remarquer que toutes les actions d'écoulement ou d'écrasement qui ont imité l'écartement des bélemnites ont en même temps produit le feuilleté dans l'argile qui enveloppait ces corps.

» On a de plus reconnu que, pour que la masse enveloppante ne pénètre pas entre les tronçons, même sous forme de bavures, il faut que cette masse ne soit plus pâteuse, mais à peu près à l'état solide.

» Dans une prochaine séance, j'aurai l'honneur de soumettre à l'Académie les conséquences que l'on peut tirer des expériences dont il vient d'être rendu compte, pour l'intelligence de l'histoire des roches schisteuses et de leurs relations avec certains mouvements généraux, particulièrement dans les massifs montagneux qui présentent la structure dite *en éventail*. »

PHYSIOLOGIE. — *Reproduction de l'Amblystome, observée au Muséum.* Note de M. **Blanchard**.

« L'*Amblystome* du Mexique, forme adulte des *Axolotls*, vient de pondre, pour la première fois, dans la ménagerie du Muséum.

» Le fait a une importance considérable, car il met à néant les idées qui ont pu surgir relativement à la stérilité de Batraciens parvenus à l'état adulte, qui se montrent d'une extrême fécondité, tant qu'ils demeurent dans la condition de larves. On n'a pas oublié les études de M. Aug. Duméril sur les Axolotls. Ces Batraciens, pourvus de branchies, se multipliant d'une façon très-ordinaire, semblaient avoir pris leur forme définitive; en raison de cette croyance, on les classait dans un groupe particulier: les *Pérennibranches*. En 1865, M. A. Duméril vit des Axolotls perdre leurs branchies et se transformer comme se transforment les larves des Tritons et des Salamandres; ils étaient devenus des Amblystomes, ainsi qu'on désignait, depuis longtemps, des Batraciens dont on ne connaissait pas encore les métamorphoses. Pendant plus de dix ans, ces animaux ne manifestèrent aucune aptitude à la reproduction.

» A l'automne de 1874, fut installée la nouvelle ménagerie du Muséum; alors on s'efforça d'offrir aux animaux des situations variées, afin qu'ils pussent suivre les penchants de leur nature; dès ce moment, les Amblystomes ont mené une vie plus active. M. L. Vaillant, appelé, au mois d'août dernier, comme professeur du Muséum, à la direction de la ménagerie des

Reptiles, a pris tous les soins imaginables en vue de l'observation des phénomènes biologiques; c'est ainsi qu'il vient d'obtenir la reproduction des Amblystomes. Il se propose de suivre, avec toute l'attention possible, les phases du développement des larves qui, sans doute, ne tarderont point à éclore.

» Dès aujourd'hui, nous avons la preuve que le Batracien, successivement Axolotl et Amblystome, ne se sépare nullement de la catégorie de beaucoup d'animaux à sang froid qui, étant capables de se reproduire dans un âge peu avancé, ne cessent pas néanmoins d'être féconds lorsqu'ils sont complétement adultes. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Suite des observations des protubérances solaires pendant le second semestre de* 1875. Lettre du **P. Secchi** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Rome, ce 22 mars 1876.

» J'ai l'honneur de présenter à l'Académie la continuation des observations des protubérances solaires faites au Collége Romain pendant le second semestre de 1875 (voir le tableau ci-contre, page 718). Elles font suite à celles qui ont été publiées précédemment (*Comptes rendus*, t. LXXXI, p. 563).

» Les tableaux se rapportent à sept rotations solaires; ils renferment les dates du commencement de chaque rotation. Les jours d'observation pour chaque rotation, le nombre des protubérances et la surface des taches sont consignés dans le tableau suivant :

ROTATIONS.	DATE du commencement.	PROTUBÉRANCES.				TACHES.			
		Nombre des protubérances.		Jours des observ.	Nombre divisé par les jours.	Numéros des groupes.	Superficie.	Jours des observ.	Nombre divisé par les jours.
		Sud.	Nord.						
LVI......	29 juin 1875.	15	34	10	4,9	6	100	19	5,3
LVII.....	26 juillet.	64	60	22	5,6	5	113	23	4,9
LVIII....	23 août.	72	59	18	7,3	7	100	24	4,2
LIX......	19 septembre.	29	24	7	7,5	5	73	13	5,6
LX.......	17 octobre.	38	31	11	6,3	7	228	15	15,2
LXI......	13 novembre.	21	25	8	5,7	5	73	11	6,6
LXII.....	11 décembre.	37	30	13	5,2	8	104	15	6,9

» L'unité de longueur sur les dessins est partout le mètre, ce qui équivaut à 8 secondes. L'unité de superficie est un carré dont le côté équivaut à 8 secondes.

Résumé des observations des protubérances du 29 juillet 1875 au 6 janvier 1876.

ROTATIONS.	HÉMISPHÈRE NORD.									HÉMISPHÈRE SUD.								
	90° à 80°	80° à 70°	70° à 60°	60° à 50°	50° à 40°	40° à 30°	30° à 20°	20° à 10°	10° à 0°	0° à 10°	10° à 20°	20° à 30°	30° à 40°	40° à 50°	50° à 60°	60° à 70°	70° à 80°	80° à 90°
Nombre général des protubérances.																		
LVI	.	.	.	3	2	1	2	4	3	3	6	4	4	4	11	.	1	.
LVII	.	.	3	13	6	3	14	13	12	3	11	3	5	3	30	2	1	2
LVIII	.	6	6	18	6	10	8	12	6	3	7	9	4	11	18	6	.	1
LIX	1	1	1	4	5	4	4	4	5	1	.	3	5	7	5	2	.	1
LX	3	1	.	8	2	4	6	9	5	2	2	1	3	5	12	5	1	.
LXI	.	1	1	6	4	.	4	4	1	6	2	2	2	4	7	2	.	.
LXII	3	1	2	8	5	2	5	7	4	2	9	2	2	3	10	1	.	1
Totaux	7	10	13	60	30	24	43	53	36	20	37	24	25	37	93	18	3	5
Nombre des protubérances de 64″ et au-dessus.																		
LVI	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	2	.	.	.
LVII	.	.	.	1	1	.	1	.	.	.	1	.	.	.	4	.	.	.
LVIII	.	.	.	6	1	.	2	3	.	.	.	2	.	3	3	1	.	.
LIX	.	.	.	1	3	2	2	.	1	.	.	.	2	4	.	.	.	.
LX	.	.	.	3	1	1	4	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
LXI	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
LXII	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	2	1	.	1	.	.	.	.
Totaux	.	.	.	12	7	3	12	4	2	1	3	3	2	8	10	1	.	.
Hauteur des protubérances.																		
LVI	.	.	.	5,2	4,0	6,0	4,5	4,8	6,0	4,0	4,7	4,5	4,8	4,6	5,8	.	5,0	.
LVII	.	.	5,0	5,3	5,0	4,2	5,3	4,5	4,2	4,3	4,8	4,5	4,6	4,0	5,2	5,0	4,0	4,5
LVIII	.	4,2	4,5	6,5	5,3	4,9	5,8	6,2	4,4	4,7	4,1	6,0	4,7	6,0	5,4	4,2	.	4,0
LIX	4,0	4,0	3,0	6,7	11,7	6,5	6,5	3,8	6,3	4,0	.	4,0	7,1	7,6	5,3	5,0	.	4,0
LX	5,0	4,0	.	6,8	7,0	6,7	8,1	4,6	4,3	6,5	4,5	6,0	5,7	5,1	4,8	5,0	4,0	.
LXI	.	4,0	4,0	6,1	6,0	.	4,5	5,5	5,0	4,3	4,5	5,5	6,0	4,8	5,9	4,0	.	.
LXII	5,3	4,0	4,5	4,7	5,7	5,0	7,6	5,3	4,1	6,0	6,1	6,0	4,5	6,0	5,0	6,0	.	6,0
Moyennes	4,8	4,8	4,2	5,9	6,4	5,5	6,0	4,9	4,9	4,8	4,8	5,2	5,3	5,4	5,3	4,9	4,3	4,6
Largeur.																		
LVI	.	.	.	6,2	4,5	7,0	6,0	8,1	6,5	4,7	6,6	5,7	5,6	5,0	5,6	.	4,0	.
LVII	.	.	4,3	5,6	5,3	4,2	4,9	5,2	4,8	3,3	5,1	5,5	5,6	5,7	5,7	4,5	8,0	2,0
LVIII	.	9,5	6,0	5,3	4,5	4,7	5,0	5,0	4,7	3,0	4,8	5,2	4,2	5,6	5,2	5,5	.	10,0
LIX	10,0	10,0	10,0	5,5	6,1	3,1	5,2	3,3	6,8	10,0	.	5,2	3,5	5,1	4,7	4,0	.	10,0
LX	1,7	2,0	.	5,6	6,0	3,5	7,8	3,9	3,3	1,5	7,5	5,0	3,7	2,6	4,4	4,7	2,0	.
LXI	.	2,0	10,0	4,8	5,5	.	1,7	5,5	4,0	4,7	3,5	5,0	3,5	4,3	4,2	4,0	.	.
LXII	10,7	2,0	4,5	3,9	3,7	3,5	3,8	2,7	6,1	5,5	5,1	4,3	6,5	4,3	4,2	5,0	.	2,0
Moyennes	7,5	5,1	6,9	5,2	5,1	4,3	4,9	4,8	5,2	4,7	5,4	5,1	4,7	4,7	4,8	4,6	4,7	6,0
Aire moyenne.																		
LVI	.	.	.	34,2	18,0	42,0	25,0	40,3	46,0	18,7	33,5	26,2	27,5	23,5	34,3	.	20,0	.
LVII	.	.	21,3	30,8	26,5	18,5	26,9	23,7	20,1	14,0	26,2	24,5	26,6	23,0	30,4	22,5	32,0	9,0
LVIII	.	39,0	25,7	36,4	24,7	22,6	27,6	31,0	20,4	13,7	18,7	34,7	19,7	35,7	29,6	23,0	.	40,0
LIX	40,0	40,0	30,0	42,5	62,3	23,5	35,5	11,6	44,6	40,0	.	21,0	26,0	38,4	26,6	20,0	.	40,0
LX	9,0	8,0	.	40,0	42,0	24,0	67,7	18,1	14,6	8,5	35,0	30,0	22,3	13,7	21,6	23,5	8,0	.
LXI	.	8,0	40,0	31,8	37,2	.	7,5	31,5	20,0	20,6	16,0	27,5	18,5	18,6	25,5	16,0	.	.
LXII	32,7	8,0	22,0	19,9	22,1	17,5	29,0	14,1	25,6	33,0	32,2	42,0	30,0	28,7	21,3	30,0	.	12,0
Moyennes	27,2	20,6	27,8	33,7	33,2	24,7	31,3	24,3	27,3	21,2	26,9	29,4	24,4	25,9	27,0	22,5	20,0	25,2
Étendue des facules en degrés de la circonférence.																		
LVI	.	.	.	.	.	.	8,0	5,4	5,9	2,5	7,0	.	.	.	.	.	.	.
LVII	.	.	.	.	4,0	.	3,0	4,6	5,3	2,5	6,1	3,0	.	.	.	.	.	.
LVIII	.	.	.	.	.	.	.	4,3	6,3	2,0	4,4	5,2	6,0	.	.	.	.	.
LIX	.	.	.	.	.	.	.	6,3	5,0	3,0	8,7	2,0	.	.	.	.	.	.
LX	.	.	.	.	.	.	3,2	6,4	4,5	6,6	4,0	7,5	.	.	.	.	.	.
LXI	.	.	.	.	.	.	1,5	6,5	4,8	4,3	4,7	6,0	.	.	.	.	.	.
LXII	.	.	.	.	.	.	2,0	2,1	5,0	3,6	3,7	3,5	.	.	.	.	.	.
Moyennes	.	.	.	.	4,0	.	3,5	5,1	5,2	3,5	5,5	4,5	6,0	.	.	.	.	.

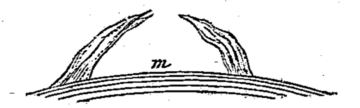
» Dans la précédente Communication, j'ai déjà constaté la grande diminution d'activité solaire dans laquelle nous nous trouvons actuellement. Elle persiste encore dans les rotations enregistrées dans la présente Note, et même dans les mois suivants de l'année 1876. C'est une période de minimum prolongée : le minimum absolu n'est pas atteint, et nous ne pouvons pas encore le fixer; nous voyons, en effet, se succéder des oscillations très-marquées. En certains jours il ne se présentait que deux ou trois protubérances; le jour suivant, on en observait dix ou douze. L'activité solaire semble se produire soudainement, et l'apparition d'une tache paraît donner le signal d'émanations diffuses sur le bord entier.

» Une circonstance très-remarquable caractérise la période actuelle : les flammes hydrogéniques sont habituellement *droites*, bien qu'elles atteignent souvent 2 et même 3 minutes. C'est une particularité à laquelle nous avions fait grande attention dans le passé. Nous avons dressé une statistique des protubérances, et nous les avons classées d'après leur direction, en accompagnant du signe + celles qui étaient dirigées vers les pôles, et du signe — celles qui se dirigeaient vers l'équateur. Dans l'année 1872 et dans les années suivantes, la direction dominante était celle des pôles, comme on peut le vérifier dans nos Communications à l'Académie : cette prédominance de direction a diminué progressivement avec le nombre, et elle est, en ce moment, annulée; ainsi nous avons observé que des filets, ayant à peine quelques secondes de largeur, pouvaient atteindre jusqu'à 2 minutes de hauteur en ligne parfaitement droite. Le nombre des jets droits, mais moins élevés, est très-considérable, et l'on peut dire qu'une inclinaison systématique est une exception.

» Les conséquences auxquelles conduisent ces recherches sont très-importantes : 1° il est évident que, du moment que nous avons signalé l'inclinaison des protubérances, nous ne nous sommes pas fait illusion, car le mode d'observation n'a pas changé, et les observateurs sont restés les mêmes; 2° il est prouvé par là que dans l'atmosphère solaire domine actuellement une grande tranquillité qui permet à ces colonnes si légères de se soulever à une hauteur de 60 diamètres terrestres et plus, sans s'infléchir. Si les colonnes sont larges, il se produit au sommet un épanouissement en tous sens, admirable de légèreté et de symétrie. L'inclinaison et les tourmentes des jets hydrogéniques constatées autrefois étaient donc dues à des courants qui les entraînaient vers les pôles.

» Comme il ne s'est présenté qu'un petit nombre de taches, les éruptions

ont été rares; les taches de grandes dimensions ont toujours été précédées et suivies d'éruptions. Les taches escortées d'autres petites taches ont été suivies également par des séries d'éruptions très-vives, mais très-basses. La figure ci-jointe représente une forme de protubérances qui se soutient



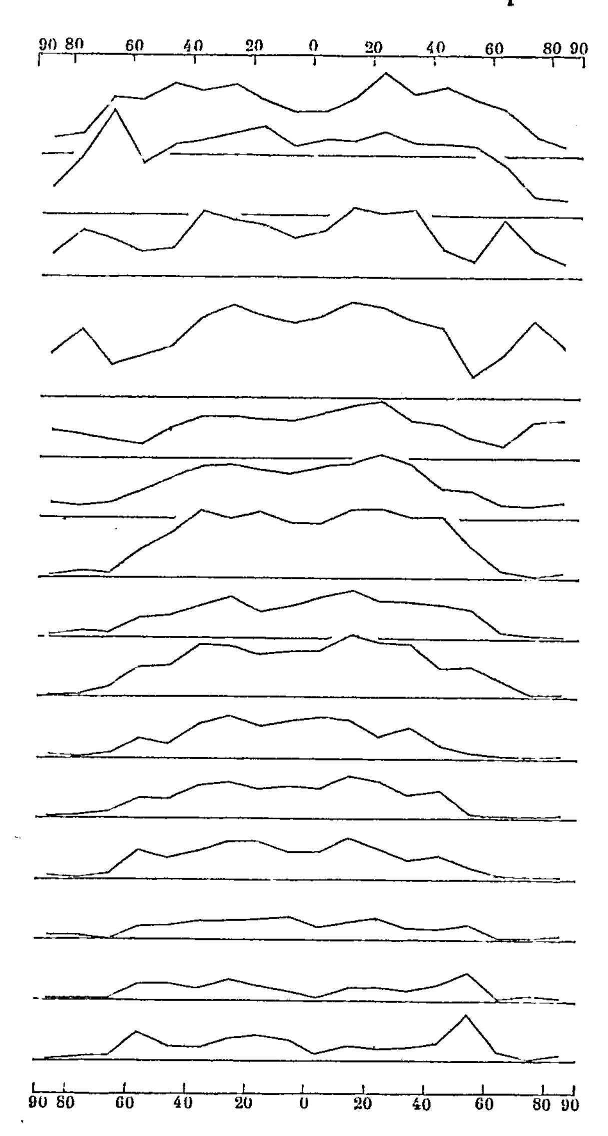
encore et donne des courbes de profil; elle est constituée de deux cornes opposées l'une à l'autre : cela paraît indiquer que le milieu m est le siége d'une action absorbante ou aspirante; c'est probablement un tourbillon léger formé dans l'atmosphère supérieure à la photosphère et à la chromosphère.

Nombre de protubérances observées de 5 en 5 rotations.

	Hémisphère nord.									Hémisphère sud.								
	90° à 80°	80° à 70°	70° à 60°	60° à 50°	50° à 40°	40° à 30°	30° à 20°	20° à 10°	10° à 0°	0° à 10°	10° à 20°	20° à 30°	30° à 40°	40° à 50°	50° à 60°	60° à 70°	70° à 80°	80° à 90°
Périodes de M. Respighi 1re...	26	35	94	93	115	103	116	92	68	72	95	135	98	110	91	76	33	14
Périodes de M. Respighi 2e...	50	102	175	86	116	126	138	146	118	125	123	140	123	119	110	86	32	24
Périodes de M. Respighi 3e...	38	76	60	42	46	104	96	82	62	74	118	102	108	44	22	84	46	22
Rotations :																		
I à V.....	77	111	54	69	84	127	157	133	125	139	158	150	133	113	39	73	130	83
VI X.....	44	38	28	22	50	67	70	77	71	78	89	96	68	56	33	17	58	62
XI XV....	25	22	27	44	69	82	90	82	74	88	92	106	93	48	44	21	19	25
XVI XX...	5	7	9	47	75	114	104	112	96	93	114	115	103	102	50	9	3	7
XXI XXV .	4	7	11	35	40	54	68	47	57	71	82	68	64	55	48	11	5	3
XXVI XXX..	1	3	17	48	52	88	85	73	79	79	104	95	94	49	49	27	4	4
XXXI XXXV.	.	3	12	34	24	57	71	59	62	69	67	43	53	23	10	5	2	3
XXXVI XL....	1	2	11	31	33	54	61	51	56	54	67	60	39	41	7	4	1	3
XLI XLV...	5	1	12	47	35	50	64	63	46	45	72	50	29	37	18	5	1	1
XLVI L.....	4	3	1	20	22	31	30	32	38	19	29	37	19	16	22	1	.	3
LI LV...	2	2	2	26	27	19	34	26	16	6	22	24	16	24	44	1	2	1
LVI LX....	4	8	10	46	21	22	34	42	31	12	26	20	21	30	76	15	3	4

» La chromosphère dans cette période est très-basse à l'équateur, mais par contre elle atteint plusieurs fois aux pôles une grande hauteur, elle arrive souvent à 24 et 30 secondes. Cette élévation aux pôles ne nous surprend pas. Nous avons déjà vu, dès le commencement de nos observations, le siége de l'activité se déplacer de l'équateur vers les pôles d'une manière sensible, et le maximum secondaire se fixer justement aux pôles. En réunissant nos rotations par groupe de cinq et en construisant les courbes de

la fréquence des protubérances, on remarque que le globe solaire paraît couvert de grandes vagues très-variables qui se déplacent continuellement et manifestent une tendance très-accentuée vers les pôles.



» Pour mieux suivre la marche de ces vagues, nous avons eu recours aux études de M. Respighi, qui se rapportent à trois périodes d'environ six mois, dont l'une précède nos observations. En les disposant comme nos courbes, on vérifie d'un coup d'œil le phénomène que nous avons énoncé. La hauteur de la chromosphère aux pôles, constatée actuellement, ne serait

que l'effet du déplacement vers les pôles des maxima qui, dans le dernier semestre de 1875, étaient entre 50 et 60 degrés de latitude.

» Ces vues sont très-intéressantes; mais, pour les confirmer convenablement, il faut encore prolonger les observations, ce que nous chercherons à faire, autant que cela sera possible, dans notre Observatoire. J'ajouterai que, ma santé m'ayant empêché de faire moi-même les observations, la plupart ont été effectuées par mon collègue, le P. Ferrari. J'avais constaté que sa manière d'apprécier les formes et les dimensions était devenue sensiblement la même que la mienne. Le spectroscope employé était construit avec un réseau de M. Rutherfurd, en métal de miroir, et deux lunettes de Merz servaient de collimateur et d'analyseur. J'ai déjà mentionné ailleurs la grande netteté et la précision des images fournies par cet instrument. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Géométrie, en remplacement de feu M. *Le Besgue.*

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 53,

M. Borchardt obtient.	25	suffrages.
M. Spottiswoode	21	»
M. Catalan.	3	»
M. Brioschi.	2	»
M. l'abbé Aoust.	1	»

Il y a un bulletin blanc.

Aucun des candidats n'ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, il est procédé à un second tour de scrutin :

M. Spottiswoode obtient	26	suffrages.
M. Borchardt	25	»
M. Catalan	1	»

Aucun des candidats n'ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, il est procédé à un troisième tour de scrutin :

M. Spottiswoode obtient.	28	suffrages.
M. Borchardt »	24	»

M. Spottiswoode, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

RAPPORTS.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Rapport sur un Mémoire de M.* E. Bourgoin, *présente à l'Académie sous le titre de « Recherches dans la série succinique »*.

(Commissaires : MM. Cahours, Berthelot rapporteur.)

« L'Académie nous a chargés, M. Cahours et moi, d'examiner un travail présenté par M. Bourgoin, professeur agrégé à l'École de Pharmacie, et relatif à l'étude de la série succinique.

» L'acide succinique est l'un des composés les plus intéressants de la Chimie organique, tant par ses caractères propres et par la simplicité de sa composition que par les composés dont il dérive ou qui peuvent être formés par son intermédiaire.

» Obtenu d'abord par la distillation du succin, et déjà connu au moyen âge, l'acide succinique fut retrouvé depuis dans divers végétaux; on sait que M. Pasteur l'a rencontré même dans le vin et parmi les produits accessoires de la fermentation alcoolique.

» Sa formation artificielle fut d'abord obtenue par l'oxydation des corps gras et du blanc de baleine, c'est-à-dire par la destruction de composés plus compliqués; mais c'est à MM. Piria et Dessaignes que nous devons les premières expériences qui ont établi des relations simples entre l'acide succinique et les composés organiques renfermant le même nombre d'équivalents de carbone; ils ont préparé l'acide succinique en 1847 et 1850, tant en oxydant l'acide butyrique par l'acide nitrique, qu'en réduisant le malate de chaux et l'asparagine, autre dérivé malique, par la fermentation. L'acide succinique se trouvait ainsi rattaché, d'une part, à l'acide butyrique, vis-à-vis duquel il offre les mêmes relations que l'acide oxalique à l'égard de l'acide acétique; et, d'autre part, à l'acide malique, l'un des acides organiques les plus importants et les plus répandus dans la végétation. Les travaux de MM. Dessaignes, Schmitt et Kekulé, il y a seize ans, donnèrent une netteté et une généralité plus grande à ces relations, en établissant que l'action réductrice de l'acide iodhydrique transforme à volonté l'acide tartrique en acide malique, et l'acide malique en acide succinique. Ces trois acides ne diffèrent les uns des autres que par une proportion décroissante d'oxygène. Disons encore que l'un de nous, par une action réductrice plus énergique du même agent, a transformé récemment l'acide succinique en acide butyrique : ce qui complète le cycle des métamorphoses.

» C'est ainsi que l'on fut conduit à la synthèse des acides malique et tartrique, réalisée en 1860 au moyen des dérivés bromés de l'acide succinique, par MM. Perkin et Duppa, l'une des plus belles découvertes de notre temps; car elle a montré comment les acides naturels contenus dans les végétaux peuvent être changés les uns dans les autres et même formés synthétiquement.

» La synthèse totale de ces trois corps dépendait dès lors de celle de l'acide succinique, qui fut elle-même effectuée par M. Maxwell Simpson, au moyen de l'éthylène et de son dérivé cyanique.

» Nous n'avons pas l'intention de retracer ici l'histoire complète de ces découvertes, non plus que celle des travaux dont l'acide succinique a été l'objet; mais les renseignements qui précèdent nous ont paru nécessaires pour bien marquer la place de l'acide succinique et l'importance des travaux dont il peut être l'objet. Ceux de M. Bourgoin ajoutent, à notre avis, un grand nombre de faits importants et nouveaux à l'histoire théorique et pratique de l'acide succinique.

» En effet, M. Bourgoin a étudié les conditions dans lesquelles on peut changer directement l'acide succinique en acide malique, acide que l'on obtient aussi par la déshydratation de l'acide malique. L'examen de ces conditions l'a conduit à la découverte de deux acides nouveaux, les acides oxymaléique et dioxymaléique, corps bien définis, nettement cristallisés, et dont l'existence étend sur ce point le domaine de la théorie.

» Cette découverte se rattache elle-même à celle de l'acide tribromosuccinique, et à l'étude de ses dérivés, parmi lesquels l'auteur signale un nouveau bromure d'éthylène bromé, isomérique avec deux corps déjà connus, et dont la formation fournit une nouvelle vérification des relations entre l'acide succinique et l'éthylène.

» En résumé, M. Bourgoin a apporté de nombreuses et importantes contributions à l'étude de la série succinique; il a enrichi la Science d'observations nombreuses, exécutées avec beaucoup de sagacité, de soin et de précision, et exposées avec une grande clarté d'idées et de style.

» Nous proposons à l'Académie de donner son approbation au Mémoire de M. Bourgoin, et de vouloir bien en autoriser l'insertion dans le *Recueil des Savants étrangers*. »

Les conclusions de ce Rapport sont mises aux voix et adoptées.

MÉMOIRES LUS.

VITICULTURE. — *Emploi du coaltar et des sulfocarbonates contre le Phylloxera;* par M. DE LA VERGNE.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« En 1873 et 1874, j'eus l'honneur de faire à l'Académie une Communication sur l'application par badigeonnage de substances diverses telles que le coaltar et ses dérivés, pour empêcher le Phylloxera de communiquer entre le sol et l'atmosphère par la tige des ceps, et d'accomplir les conditions nécessaires de sa reproduction et de ses migrations aériennes.

» Je viens aujourd'hui lui rendre compte de l'étude soutenue que j'ai faite de ce moyen pendant ces dernières années et l'entretenir d'une expérimentation qui a eu lieu en Médoc avec le sulfocarbonate de potassium, ainsi que d'une application de sulfocarbonates alcalins dont je fais actuellement l'essai.

» J'ai étudié le coaltar au triple point de vue de son influence sur la santé du cep, sur la qualité du vin et sur la circulation des insectes.

» A la suite d'expériences que j'ai faites, seul ou avec le concours et le contrôle de viticulteurs et d'œnologues compétents, parmi lesquels je citerai les Drs Azam, Plumeau, Raffaillac et M. de Georges, il a été reconnu que, *là où la conservation de bourgeons n'est pas utile*, le coaltar appliqué sur le bois, même décortiqué, n'est nuisible ni à la plante, ni à ses produits, et qu'il s'oppose au cheminement des insectes sur les systèmes supérieur et inférieur de l'arbuste. J'ai remarqué et j'affirme que le feuillage, les fleurs et les fruits sont toujours plus intacts sur les ceps badigeonnés que sur les autres. La Commission de l'Académie a donc eu raison de conseiller l'emploi du coaltar pour le badigeonnage des ceps.

» Les insectes qui ont l'habitude d'hiverner dans le sol au pied des souches et des échalas, ou à l'abri des vieilles écorces des tiges et des branches, ainsi que ceux qui rampent sur la terre pour passer d'une plante à une autre, trouvent dans le coaltar et les substances analogues, convenablement placés, un grand obstacle à leur circulation, soit vers les rameaux, soit vers les racines.

» L'effet de ce moyen, soit curatif, soit préventif contre le Phylloxera en particulier, n'est pas encore suffisamment constaté. Je ne saurais démontrer aujourd'hui que sous l'influence du coaltar la population phylloxé-

rienne établie sur les racines d'un cep a été diminuée, ou qu'elle n'a pu être ravivée par la reproduction aérienne de l'insecte. Je ne saurais davantage indiquer une vigne qui, ayant été badigeonnée, soit restée indemne au milieu de vignes non badigeonnées devenues malades.

» Les vignes qui ont été traitées jusqu'ici sous ma direction, notamment en mars 1875, à Saint-Loubès et à Bègles (Gironde), pourront, là ou ailleurs, j'espère, nous éclairer définitivement dans le courant de cette année. J'ai décrit le badigeonnage que je pratique dans mes précédentes Communications à l'Académie, à la Société centrale d'Agriculture de France, à celle de la Gironde et dans des publications déjà nombreuses (1).

» Les découvertes de M. Balbiani et les constatations conformes de M. Boiteau (2) sont venues justifier la conviction qui m'avait conduit à la pratique du badigeonnage. Il y a là un motif tout-puissant désormais pour la viticulture d'en faire au moins l'essai.

» De tous les moyens proposés pour détruire le Phylloxera sur les racines, le sulfure de carbone est celui qui a le plus vivement agité l'opinion publique. M. le baron Thenard en fit sous mes yeux, à Floirac (Gironde), en 1869, une application qu'on n'a pas oubliée. Le sulfure de carbone tua les insectes, mais il tua aussi en partie les ceps de vigne. Les Phylloxeras tués ne revinrent pas à la vie, tandis que quelques ceps reprirent une végétation nouvelle.

» Il s'agissait dès lors de trouver le moyen de rendre le sulfure de carbone inoffensif pour la vigne sans diminuer sa puissance contre le Phylloxera.

» M. Dumas l'a tenté heureusement avec les sulfocarbonates alcalins. Voici les résultats d'une expérimentation qui a été faite à Ludon-Médoc, sur ma demande à M. le Ministre de l'Agriculture, par les soins de M. Mouillefert, avec la direction de M. Dumas lui-même et sous les yeux de M. le Préfet et des principales notabilités viticoles de la Gironde.

» Il a été constaté :

» 1° Qu'en moins de quinze heures la dissolution de sulfocarbonate de

---

(1) En mars et avril, la vigne étant taillée et profondément déchaussée, on coaltare au gros pinceau la tige dépouillée de ses vieilles écorces à partir des racines jusqu'à plusieurs centimètres au-dessus du point où le chaussage devra ramener la terre. Le surplus du vieux bois, décortiqué ou non, est badigeonné avec un lait de chaux, seul ou en mélange. Le coût par hectare de 3000 ceps est de 45 à 60 francs.

(2) A la suite des études de M. Balbiani sur le Phylloxera du chêne, M. Boiteau a trouvé des œufs du *Phylloxera vastatrix* ailé sur le haut des ceps, et M. Balbiani y a trouvé l'œuf du Phylloxera sexué, appelé par lui *œuf d'hiver*.

potassium, à la dose de 45 grammes (1) dans 45 litres d'eau, avait pénétré dans le sol jusqu'à la couche naturellement humide, qui était alors, dans ce terrain, à 70 centimètres de profondeur;

» 2° Que des Phylloxeras en très-grande quantité et des œufs en quantité moindre avaient été détruits (2);

» 3° Qu'une nouvelle végétation très-active, productrice de nombreux sarments et de plus nombreuses radicelles, s'était manifestée dans la vigne traitée, tandis que les vignes malades, dans les mêmes conditions de site, de terrain, de cépages, d'âge, de taille et de culture, n'avaient présenté aucun signe de végétation nouvelle;

» 4° Qu'un grand nombre des nouvelles radicelles furent envahies par le Phylloxera, mais que la plupart en furent préservées jusqu'à l'époque de l'engourdissement de l'insecte et que les Phylloxeras se montrèrent, de juin à novembre, bien moins nombreux sur les vignes opérées que sur celles qui n'avaient pas reçu de sulfocarbonate.

» M. Rohart a eu l'idée très-ingénieuse d'emprisonner par injection le sulfure de carbone pur dans des morceaux de bois où il le retient au moyen d'un enduit dont il les revêt et desquels il le délivre en les piquant avec une aiguille sur deux ou trois points d'une de leurs faces. Il place ces *mitrailleuses*, qui coûtent 3 centimes chacune, sur divers points du cube de terre où se trouve le système radiculaire d'un cep.

» J'ai proposé et je fais en ce moment l'essai de végétaux verts, menus branchages, bruyères, joncs et autres substances végétales préalablement injectés de sulfocarbonates alcalins, que j'étends dans le sol de la même façon que les litières ordinaires injectées de purin. Je donne ainsi deux prisons au lieu d'une au sulfure de carbone, et je fournis à la vigne lentement un aliment et un insecticide. J'aurai l'honneur d'exposer prochainement à l'Académie le *modus agendi* de ce procédé et les résultats que j'en aurai obtenus, en lui faisant connaître en même temps ceux qu'aura

(1) La profondeur du sol et sa nature auraient exigé 100 grammes de sulfocarbonate. On sait aujourd'hui que la vigne n'en aurait pas souffert; mais, à cette époque, M. Dumas n'en avait pas la conviction, et, comme les ceps étaient en pleine végétation, il a conseillé de ne pas dépasser la dose de 45 grammes.

(2) Il est à remarquer que le traitement des vignes de Ludon a eu lieu au mois de juin, au moment même où je venais d'y reconnaître le Phylloxera. L'insecte était donc depuis deux mois en pleine activité et produisait de nombreuses pontes. Effectuée en mars ou avril, l'opération n'aurait eu à détruire que des Phylloxeras et peu ou point d'œufs, puisque jusqu'ici on n'en a pas trouvé sous terre pendant l'hiver.

donnés le sulfocarbonatage, opéré en vue de mettre à profit la présence de beaucoup d'eau de pluie et l'absence presque totale d'acide carbonique, dans certains sols, vers la fin de l'hiver.

» Je m'étendrai aussi plus longuement sur l'expérimentation faite à Ludon, en rapportant à l'Académie les suites qu'elle aura eues cet hiver et qui deviendront appréciables durant la saison qui commence.

» Je dirai enfin ce que j'aurai obtenu de mes efforts pour augmenter l'efficacité et diminuer les frais du sulfocarbonatage des vignes, et pour rendre ce procédé, ce que j'espère fermement qu'il deviendra bientôt, un moyen de salut pour la viticulture et l'un des meilleurs titres de la Science à la vénération et à la reconnaissance publiques. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Théorie analytique des mouvements des satellites de Jupiter*. Mémoire de M. **Souillart**. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Liouville, Faye, Puiseux.)

« Le Mémoire que j'ai l'honneur de soumettre aujourd'hui au jugement de l'Académie est, en grande partie, le résumé de ceux que je lui ai déjà présentés sur la même question, et de celui que j'ai publié antérieurement dans les *Annales scientifiques de l'École Normale supérieure*, 1re série, t. II; mais il contient, en outre, des résultats nouveaux qui me paraissent importants.

» Dans les Mémoires précédents, je n'avais fait que confirmer par la méthode de la *variation des arbitraires*, et sans y rien ajouter d'essentiel, la théorie analytique des satellites de Jupiter telle qu'on la trouve dans la *Mécanique céleste;* ce travail ne pouvait dès lors avoir d'autre utilité que celle d'être d'une lecture plus facile et de pouvoir indirectement servir de commentaire à certains passages de cette théorie, où Laplace a négligé de justifier son procédé et que Bowditch n'est pas parvenu à éclaircir.

» Il résulte de mes recherches nouvelles qu'il existe, contrairement à l'assertion de Laplace, dans les inégalités des longitudes et des rayons vecteurs des trois premiers satellites, des termes considérables dépendant du carré et même du cube de la force perturbatrice. Ces termes modifient notablement les coefficients des grandes inégalités. Au lieu des nombres

$$5050'',59, \quad 11920'',67, \quad 808'',20$$

que Laplace donne pour les longitudes, il faut prendre, si l'on admet les

mêmes valeurs des éléments, les nombres

$$5004'',8, \quad 11415'', \quad 698'',1.$$

J'ajoute que les termes des ordres supérieurs seraient encore bien plus considérables si l'on n'avait pas, dès la première approximation, eu égard au déplacement rapide des périjoves.

» En coordonnant, dans une rédaction d'ensemble, toutes ces études partielles, j'ai eu pour but d'offrir aux astronomes une théorie analytique complète du mouvement de ces satellites, pouvant servir de base à une nouvelle détermination des éléments et à la construction de nouvelles Tables. »

PHYSIQUE. — *Résultats des mesures actinométriques au sommet du mont Blanc.* Note de M. **J. Violle**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

(Renvoi à la Commission du prix Bordin.)

« Les expériences que j'ai exposées dans ma dernière Communication (1) m'ont conduit aux résultats suivants :

» De la forme de nos formules empiriques et de la fidélité avec laquelle elles traduisent les résultats, il résulte que, V étant la vitesse de réchauffement que le thermomètre éprouve à la température θ sous l'action des rayons incidents et U la vitesse de refroidissement qu'il aurait à cette même température θ si l'on interceptait l'action de la source, on a, pour chaque série d'expériences,

$$V + U = \text{const.}$$

» M. Desains a remarqué qu'il devait en être ainsi; en outre « cette » somme constante représente l'action de la source, et si on la multiplie » par la valeur en eau de la portion du thermomètre qui s'échauffe, on a » l'expression numérique de la quantité de chaleur qui tombe sur l'ou- » verture d'admission. »

» La valeur en eau M de la portion du thermomètre qui s'échauffe a été soigneusement déterminée : on l'a mesurée par des expériences de refroidissement, et sur un thermomètre tout semblable à ceux employés, et qui s'était rompu accidentellement à la naissance de la tige. On a trouvé dans les deux cas $M = 0^{gr},222$.

» La quantité de chaleur reçue en 1 minute par centimètre carré de surface

(1) *Comptes rendus*, séance du 20 mars 1876.

était donc dans nos expériences $\frac{(V+U)0,222}{S}$, S désignant la surface d'un grand cercle de la boule thermométrique, ce qui donne :

		V + U.	Chaleur reçue en 1 minute par centimètre carré. U
Le 16 août, à $10^h 22^m$	à la cime du mont Blanc...	$6^o,552$	2,392
	au glacier des Bossons.....	5,540	2,022
Le 17 août, à $10^h 40^m$	aux Grands-Mulets.......	5,635	2,057
	au glacier des Bossons.....	4,978	1,817

V + U est l'excès τ qu'accuserait au bout de 1 minute, sous l'influence de la radiation solaire, un thermomètre entièrement soustrait au refroidissement. D'après la formule de Bouguer, adoptée par Pouillet, on devrait avoir

$$\tau = ap^{\varepsilon},$$

a étant la constante solaire, ε l'épaisseur de la couche d'air traversée par les rayons et p un paramètre dépendant de l'état de l'atmosphère.

» On peut avantageusement, comme je l'ai déjà indiqué, substituer à cette formule la suivante :

$$(A) \qquad \tau = ap^{\frac{H+(Z-z)Kf}{760}\varepsilon},$$

qui se réduirait à la précédente si la pression barométrique H était égale à 760, et si la tension actuelle de la vapeur d'eau f était nulle dans toute la colonne d'air qui s'étend du point où l'on observe et dont la cote est z jusqu'à la hauteur Z, où l'on n'a plus à s'occuper de la vapeur d'eau. La valeur moyenne de f dans toute cette colonne est généralement inconnue; mais, lorsqu'on a à sa disposition des observations faites à des niveaux très-différents, on peut estimer cette valeur avec une approximation très-grande dans certaines conditions, et ces conditions se trouvaient réunies d'une manière exceptionnelle le 16 août : le ciel était superbe et l'air absolument calme au sommet du mont Blanc comme à sa base. Les expériences faites en cette journée et en celle du lendemain permettent de déterminer toutes les constantes de la formule (A). On trouve ainsi

$$a = 6^o,958,$$

valeur singulièrement voisine du nombre trouvé par Pouillet, $6^o,72$. Il en résulte pour la quantité de chaleur tombant pendant 1 minute sur 1 centimètre carré, à la limite de l'atmosphère,

$$Q = 2^U,540,$$

l'unité de chaleur étant toujours rapportée au gramme et au degré centigrade; ce dernier nombre Q est très-supérieur à celui de Pouillet.

» Si, à l'aide de la formule (A), nous calculons τ pour les Grands-Mulets et pour la cote de Paris, au moment auquel se rapportent nos observations de la cime, nous pourrons dresser le tableau suivant pour le 16 août 1875, à $10^h 22^m$:

	Altitude. m	$H\varepsilon$	$(Z-z)Kf\varepsilon$	τ	q	$\frac{q}{Q}$
Limite de l'atmosphère....	»	0	0	6°,958	2,540	1
Cime du mont Blanc.....	4810	541,8	309,3	6,552	2,392	0,94
Grands-Mulets..........	3050	672,2	964,8	6,199	2,262	0,89
Glacier des Bossons.....	1200	832,9	2393,3	5,540	2,022	0,79
Cote de Paris...........	60	956,0	4481,0	4,780	1,745	0,68

$H\varepsilon$ est l'influence de l'air, $(Z-z)Kf\varepsilon$ l'influence de la vapeur d'eau : on voit combien ce dernier effet est considérable et quelle perte il en résulte dans les basses régions pour la quantité de chaleur reçue q.

» Dans une prochaine Communication, j'indiquerai les conséquences qui résultent de cette étude pour la température probable du Soleil. »

PHYSIQUE. — *Vitesse du flux thermique dans une barre de fer.* Mémoire de M. C. **Decharme**. (Extrait.)

(Renvoi à la Section de Physique.)

« Pour étudier expérimentalement la vitesse de propagation de la chaleur dans une barre métallique, je note, de minute en minute, les températures de différents points de cette barre, pendant ses périodes d'échauffement et de refroidissement, et je construis des courbes représentant le phénomène.

» Je me sers d'une barre de fer bien homogène, de 1 mètre de longueur, à section carrée de 21 millimètres de côté, comme celle de Despretz. Des trous de 14 millimètres de profondeur et de 6 millimètres de diamètre ont été pratiqués dans cette barre et sont espacés de 20 centimètres les uns des autres et de chacune des extrémités. Des thermomètres à court réservoir, construits simultanément, donnant des indications au dixième de degré, sont placés dans ces trous remplis de mercure ou de fer porphyrisé. La barre repose sur les arêtes de deux prismes en liége. Un brûleur à gaz sert de source de chaleur sensiblement constante. Un large écran protége les thermomètres contre le rayonnement de la source. La température de la

salle est prise à 20 centimètres (sous écran) et à 3 mètres de la barre. Le temps est mesuré à l'aide d'une montre ou d'un métronome battant la seconde.

» Voici les résultats de l'une des expériences. Les quatre thermomètres marquaient au début 7°,3. La source de chaleur était placée exactement à l'extrémité de la barre.

» Le flux thermique a atteint :

Le premier thermomètre placé à		20^c au bout de		1^m environ.	
Le deuxième	»	»	40	»	4,5
Le troisième	»	»	60	»	10
Le quatrième	»	»	80	»	16

» Ces derniers chiffres, qui diffèrent peu de 1, 4, 9, 16, montrent que la *vitesse du flux thermique* paraît être *en raison inverse du carré des distances* des thermomètres à la source de la chaleur; cette loi a été vérifiée en faisant varier les conditions expérimentales.

» La période stationnaire est atteinte pour les quatre thermomètres respectivement au bout de 150 minutes, 190 minutes, 220 minutes et 250 minutes. On a néanmoins continué à chauffer encore jusqu'à 300 minutes. Les thermomètres marquaient alors 98°,8, 42°,7, 23° et 15°,2; c'est-à-dire que les excès de température de ces instruments sur celle de l'air ambiant (9°,5) étaient : 89°,3, 33°,2, 13°,5 et 5°,7. Le brûleur a été retiré et les thermomètres ont commencé bientôt à baisser; ce n'est que 200 minutes après le retrait de la source de chaleur qu'ils ont atteint sensiblement la température de l'air ambiant, laquelle d'ailleurs n'a pas varié de plus de 2 degrés pendant toute la durée de l'expérience.

» La marche de chaque thermomètre est représentée par une courbe spéciale formée de trois parties, correspondant aux trois phases du phénomène : échauffement, état stationnaire et refroidissement. La dernière partie de la courbe relative au premier thermomètre a été rabattue sur la première partie : elles sont loin de coïncider. L'arc qui représente la période de refroidissement a une courbure moins prononcée que celle d'échauffement, c'est-à-dire que la vitesse de refroidissement est plus lente que celle d'échauffement. D'ailleurs, en construisant par les tangentes les vitesses d'un certain nombre de points de la courbe correspondant à des temps espacés de cinq en cinq minutes, on peut tracer la courbe des vitesses. Alors la différence des vitesses d'échauffement et de refroidissement devient encore plus frappante.

» Avec les données numériques, j'ai construit les courbes qui marquent

au même instant soit les températures des quatre thermomètres, soit leurs excès sur celle de l'air ambiant. On a ainsi un système de courbes synchrones qui représentent, de dix minutes en dix minutes, l'*onde thermique* se propageant dans la barre métallique.

» Au moyen de ce canevas, nous avons résolu cette question générale : *Trouver la température d'un point quelconque de la barre métallique au bout d'un temps déterminé de l'une des périodes d'échauffement ou de refroidissement et même dans l'état stationnaire.*

» En résumé, cette première partie de nos recherches fait connaître à tout instant la marche de la chaleur dans une barre de fer, pendant les périodes d'échauffement et de refroidissement, pour les points où les thermomètres sont implantés dans cette barre; il en résulte que le refroidissement est plus lent que l'échauffement.

» Elle donne le moyen de trouver la vitesse du flux thermique en un point quelconque de la barre et à une époque quelconque du phénomène soumis à l'expérience.

» Elle contient la loi suivante : Les temps que met le flux thermique à atteindre les différents points d'une barre de fer sont directement proportionnels aux carrés des distances de ces points à l'extrémité chauffée; en d'autres termes, *les vitesses du flux thermique sont inversement proportionnelles aux carrés des distances*.

» Enfin elle permet de déterminer, par une construction graphique, la température, à un moment quelconque, d'un point donné de la barre, situé entre le premier et le quatrième thermomètre. »

PHYSIQUE. — *Étude de la lumière stratifiée.* Mémoire de M. NEYRENEUF. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Dumas, Jamin.)

« En partant de nos expériences, relatives à l'action de l'électricité sur les flammes et les gaz, on peut admettre qu'il existe, dans un tube de Geissler, traversé par des décharges, deux forces qui tendent à imprimer à la masse gazeuse interne un mouvement vibratoire.

» La faible distance des nœuds et des ventres en rapport avec la vitesse de propagation du son se trouve expliquée par des expériences de M. Regnault, aussi bien que par les résultats de MM. Nyland et Cazin, sur la durée de l'étincelle.

» Des stries doivent apparaître toutes les fois que les conditions théo-

riques du mouvement vibratoire se trouveront satisfaites. Nous avons pu ainsi produire des stratifications, avec l'électricité des machines ordinaires, avec les courants d'induction Leyde électriques, avec des décharges latérales.

» En appliquant notre théorie à l'examen des particularités les plus importantes que l'on observe avec la bobine de Ruhmkorff, nous sommes parvenu à en rendre un compte satisfaisant. Nous donnons notamment une explication de la formation de l'espace noir vers le fil négatif et des expériences si curieuses de M. Faye.

» Enfin nous avons retrouvé, dans l'étude de la combustion des mélanges détonants, les caractères les plus importants des stratifications électriques. Il est donc permis d'assimiler les deux séries de phénomènes au point de vue de la cause qui les produit. »

PALÉONTOLOGIE. — *Les Éléphants du mont Dol; essai d'organogénie du système des dents mâchelières du Mammouth.* Note de M. **Sirodot.**

(Renvoi à l'examen de M. Gervais.)

« J'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie une série considérable de molaires d'Éléphants fossiles, choisies dans la riche collection provenant du gisement du mont Dol. Toutes les molaires s'y trouvaient représentées avec des variations accusant deux écarts progressifs du type considéré comme caractéristique de l'*Elephas primigenius*. De ces deux écarts, l'un, par les plissements de la lamelle d'émail et la réduction de l'épaisseur des coins de cément interposé entre les collines, conduit à l'*Elephas indicus*; l'autre, par l'accroissement relatif de l'épaisseur des coins de cément et la plus grande épaisseur d'un émail non plissé, à l'*Elephas antiquus*.

» Sept semaines de travaux, exécutés depuis le 1er septembre 1875 jusqu'au 20 octobre suivant, ont enrichi la collection de 75 échantillons.

» Avec ce complément, les deuxième, troisième, quatrième et cinquième molaires inférieures et supérieures se trouvent représentées à tous les degrés de développement et d'usure, depuis le moment où les lamelles d'émail se rejoignent et se soudent au collet de la racine, sur les faces latérales internes et externes, jusqu'à la réduction de la dent à un chicot constitué par la base de la dernière racine, et les sixièmes, à des états correspondants, mais seulement jusqu'à l'usure du $\frac{1}{3}$ ou des $\frac{2}{5}$ du volume total de la couronne.

» Pour donner une idée nette de la succession des phénomènes, je ferai

connaître l'état de la dent à quatre phases principales de sa durée. Ces phases correspondent : la première à la période du développement où les collines se soudent par la base; la seconde, au moment où la surface de trituration atteint le sommet antérieur de la couronne; la troisième, à l'usure de la couronne jusqu'au collet de la première racine; la quatrième à l'usure de la couronne jusqu'au sommet de la dernière racine.

» *Première phase.* — Comme le début de la formation de l'ivoire et de l'émail apparaît au sommet des lames ou collines dentaires, le *minimum* d'ossification compatible avec la conservation des échantillons est l'état suivant : la couronne de la dent est constituée dans sa partie fondamentale représentée par les collines réunies seulement à leur base, consolidées par les lamelles d'émail qui les recouvrent sur toute leur surface et viennent se terminer en un très-mince biseau à la limite du collet de la racine; au-dessous de ce point, il n'existe qu'une très-fine pellicule superficielle d'ivoire, il n'y a pas encore de racines, les espaces intercollinaires sont libres; le cément commence à se montrer sous forme d'écailles très-minces à la surface des collines antérieures; les collines sont creuses, la cavité largement ouverte à leur base, mais la paroi d'ivoire offre une épaisseur progressivement atténuée de la première à la dernière; enfin les limites inférieures des collines se trouvent sur une surface concave qui s'élève presque jusqu'au sommet de la face antérieure, pour les premières molaires, tandis que, en arrière, elle ne remonte que médiocrement.

» A cet état, le bulbe dentaire n'est encore que fort peu modifié; il se compose d'une région basilaire principale et de prolongements lamellaires s'élevant de sa face externe. La partie basilaire est arquée, à concavité externe, et l'arc se compose de deux branches inégales; la branche antérieure longue, étroite, progressivement atténuée en avant, à courbure prononcée, s'élevant jusqu'aux deux tiers de la hauteur de la face antérieure; la branche postérieure plus courte, plus large, de faible courbure et ne remontant guère au delà du tiers de la hauteur de la face postérieure. La forme et la courbure des deux branches de l'arc varient avec le rang de la molaire, suivant qu'elle est inférieure ou supérieure.

» Les prolongements lamellaires ne sont rigoureusement parallèles que dans la région moyenne, le premier et le dernier se trouvant dans le prolongement des branches de l'arc formé par la partie basilaire. Les premiers et les derniers divergent à la base, s'incurvent dans leur moitié supérieure en sens divers; et, pour les premiers, le sens de l'incurvation deviendra caractéristique des molaires inférieures et supérieures. Ces prolongements

lamellaires du bulbe sont inégaux; les extrêmes plus ou moins rudimentaires suivant le rang et le volume de la dent, le dernier souvent unilatéral et alors situé du côté interne, d'où résultera un mode de différentiation des molaires gauches et droites; les autres croissant rapidement à partir des extrêmes pour atteindre un *maximum* commun à d'autant plus de lames que la molaire est d'un ordre plus élevé.

» A ces prolongements du bulbe correspondent autant de collines dentaires également variables dans la hauteur; et, comme la variation est régulière, il en résulte que toutes doivent être également comptées quand il s'agit d'établir sur leur nombre une formule dentaire.

» Ces lamelles du bulbe ne sont pas entières; chacun des lobes est lui-même dentelé avec un nombre de dents variant en raison inverse de l'épaisseur. Ces divisions et subdivisions rendent compte des aspects divers de la surface de trituration; elles expliquent surtout l'étranglement régulier des collines qui s'observe fréquemment au tiers de la largeur de la dent. Le cément n'est bien développé que sur cette partie de la dent; il commence à se montrer sous la forme de petites écailles adhérentes au sommet des collines et, peu à peu, forme une couche mince étroitement appliquée sur l'émail.

» Suivant la règle générale, l'ossification de la dent commence au sommet de la couronne, mais non pas d'une manière uniforme sur tous les prolongements lamellaires du bulbe; car l'épaisseur progressivement atténuée de l'ivoire dans les collines successives prouve que l'ossification débute à l'extrémité antérieure de l'arc formé par le bulbe dentaire pour s'étendre peu à peu en arrière.

» Il résulte de là que, toutes les fois que les collines seront nombreuses, il sera impossible d'avoir dans toute son intégrité à l'état fossile la couronne d'une dent encore renfermée dans son alvéole. Dans la collection, il n'y a que des secondes molaires chez lesquelles les collines soient au complet, avec les espaces intercollinaires encore libres, avant la formation du cément. »

PHOTOGRAPHIE. — *Recherches photomicrographiques sur la transformation du collodion dans les opérations photographiques.* Note de M. J. **Girard**.

(Renvoi à la Commission du Passage de Vénus.)

« L'examen microscopique du collodion permet de reconnaître la nature de la texture de la couche et de suivre les réactions qui ont lieu dans la

production de l'impression photographique. Quand il est de bonne qualité, la glace sur laquelle il est étendu est translucide, incolore, le coton étant parfaitement dissous ; mais sa composition, sa durée, les réactions de la sensibilisation changent sa texture.

» Les photomicrographies présentées mettent en évidence, sous un grossissement de $\frac{50}{1}$, quelques-unes des modifications les plus fréquentes : 1° le vieux collodion, qui donne encore des images fines, mais dont la rapidité laisse à désirer, contient des bulles liquides d'éther altéré. S'il était trop alcoolique, il aurait l'aspect d'un tissu cellulaire, et, s'il contenait de l'eau, les fibrilles de coton redeviendraient apparentes sous forme de flocons amorphes; 2° le collodion trop épais, qui est intense, mais sans rapidité d'impression, a l'apparence d'un tissu cellulo-vasculaire ondulé; ce défaut de régularité dans la couche est nuisible à la netteté de l'image qu'elle doit recevoir.

» Les deux autres épreuves correspondent, l'une au moment où la sensibilisation au bain de nitrate d'argent est encore incomplète, l'autre, au moment où la sensibilisation est terminée. Dans la première, les taches huileuses, qui sont l'indice de la réaction inachevée, sont remplies de stries et de groupes de cristaux, les uns en forme d'aiguilles, les autres amorphes ; certains endroits offrent des détails très-fins. Il semble que les cristaux d'iodure d'argent qui étaient en voie de formation aient été arrêtés dans leur développement. Dans la seconde épreuve la sensibilisation est complète, la texture de la couche sensible est homogène et compacte; elle est couverte d'un réseau régulier, rendu encore plus évident par quelques places exemptes de cristallisation.

» La plupart des réactions photographiques nécessaires pour obtenir une image se font par transformation successive du système cristallographique; la réaction de l'iodure d'argent est la plus perceptible. Il en résulte que l'examen de la couche de collodion, avec un grossissement moyen, permet à l'opérateur de reconnaître les insuccès des procédés qu'il emploie. »

M. Bourbouze adresse une Lettre dans laquelle il demande l'ouverture d'un pli cacheté, dont le dépôt a été accepté par l'Académie dans sa séance du 28 novembre 1870. Ce pli est ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel; il contient la Note suivante :

Sur les communications à distance par les cours d'eau.

« Lorsqu'on met les deux extrémités d'un fil d'un galvanomètre sen-

sible en contact, l'une avec le tuyau qui amène le gaz dans les laboratoires, l'autre avec les conduites d'eau, on constate aisément l'existence de courants énergiques dans le circuit ainsi formé.

» On arrive à des résultats analogues en mettant l'une des extrémités du fil en communication avec un cours d'eau, l'autre avec un morceau de métal enfoncé en terre, ou bien encore l'une avec un puits et l'autre avec la terre.

» Si l'on introduit un nouvel électromoteur dans le système, si, par exemple, on met en terre l'un des pôles d'une pile et que l'on fasse communiquer l'autre pôle avec un cours d'eau, l'aiguille du galvanomètre indique par un changement de direction l'influence de la nouvelle source d'électricité. Pour rendre cette modification très-évidente, il est indispensable de compenser l'action tellurique primitive. On y parvient très-facilement de la manière suivante :

» On prend un galvanomètre sensible dans lequel on introduit le courant tellurique passant par le lieu de l'observation et on lance dans le même fil le courant d'un petit élément à sulfate de cuivre. Ce dernier, dirigé en sens inverse du courant tellurique, permettra de ramener l'aiguille au zéro. A cet effet, on introduit sur le trajet du courant de la pile un compensateur, qui consiste en un tube en U, contenant une dissolution de sulfate de cuivre très-étendue, et dans chacune des branches de ce tube on plonge deux tiges de platine que l'on peut faire monter ou descendre à volonté à l'aide d'une crémaillère, de manière à régler la longueur des parties immergées. Une fois l'aiguille ramenée au zéro, il est facile de reconnaître que l'introduction d'une nouvelle source électromotrice dans le système tellurique est accusée sans difficulté.

» Au début des expériences entreprises pour établir la réalité des effets que je viens de décrire, le galvanomètre et son compensateur étaient installés près du pont d'Austerlitz. L'un des fils était à terre, l'autre communiquait avec un système de plaques de cuivre plongeant dans la Seine. Une pile à sulfate de cuivre de 600 éléments était placée au pont Napoléon, l'un des pôles étant relié à la terre, l'autre à la Seine. Toutes les fois qu'on fermait le courant, l'aiguille, primitivement ramenée au zéro, était déviée de 25 à 30 degrés, et le sens de la déviation dépendait de celui du courant de la pile. Nous avons obtenu les mêmes résultats du pont Saint-Michel à Saint-Denis.

» On peut communiquer aussi en se servant des conduites d'eau et de gaz qui sillonnent le sol, au lieu des grands cours d'eau et de la terre. On

règle alors le galvanomètre, comme nous l'avons dit ci-dessus en parlant des cours d'eau.

» Dans les expériences que je fais actuellement entre l'École de Pharmacie et mon domicile, pour montrer la facilité avec laquelle les courants peuvent se transmettre sans fil, je me sers d'une pile de 40 éléments montée à l'École de Pharmacie. L'intensité est telle que l'on constate une déviation de 50 degrés des deux côtés de la position d'équilibre de l'aiguille du galvanomètre.

» D'autre part, en plongeant une lame de cuivre dans un puits, et en reliant avec la Terre le fil conducteur fixé à cette lame de manière à former un circuit, j'obtiens un courant si intense qu'il m'est possible, dans ces conditions, de décomposer l'eau, de charger des piles secondaires, et d'animer un petit électro-aimant dont l'action est assez forte pour déterminer et entretenir les oscillations d'un fléau.

» Pour démontrer que le courant marche de l'eau à la terre, on peut faire usage du galvanomètre vertical, dont on est obligé de diminuer la sensibilité en ne prenant que la moitié des fils; on peut aussi constater que le dépôt métallique se fait sur l'électrode reliée avec la terre et que l'intensité augmente proportionnellement aux surfaces immergées.

» Il serait donc intéressant, au point de vue pratique, de rechercher si, pour de plus grandes surfaces, cette augmentation d'intensité n'atteindrait pas une limite, ou si l'on ne pourrait pas, au contraire, accroître l'énergie de ces courants de manière à en tirer parti pour l'industrie, notamment pour la galvanoplastie. Je puis dire que les courants ainsi recueillis me servent journellement pour le réglage des instruments qui n'exigent pas une source d'électricité aussi puissante que les piles ordinaires.

» En résumé, l'ensemble de ces expériences démontre que l'on peut communiquer télégraphiquement, sans fils, à des distances plus ou moins considérables : on peut substituer les courants telluriques à ceux des piles généralement employées, pourvu que l'on fasse varier les surfaces immergées; enfin ces courants peuvent décomposer les dissolutions des sels métalliques. »

Cette Note est renvoyée à l'examen d'une Commission composée de MM. Jamin, Berthelot, Belgrand.

MM. **Saint-Ange Davillé**, **P. Foulon**, **V. Lenz**, M. **Sivan**, Mme **C. Poulard** adressent des Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. L. Vaisse adresse à l'Académie plusieurs opuscules sur la question de l'enseignement de la parole aux sourds-muets.

(Commissaires : MM. Milne Edwards, Cl. Bernard, Blanchard, Gosselin.)

M. B. Alciator adresse une Note relative à des moyens de prévenir les inondations.

(Renvoi à l'examen de M. Belgrand.)

CORRESPONDANCE.

La Société royale toscane d'Horticulture a chargé par un vote unanime son Président, M. Parlatore, de transmettre à l'Académie l'expression de ses sympathies, à l'occasion de la perte que la Science vient d'éprouver en la personne de M. *Adolphe Brongniart*, un des plus grands botanistes du siècle.

M. Piorry prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place devenue vacante, dans la Section de Médecine et de Chirurgie, par le décès de M. *Andral*.

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Un ouvrage intitulé : « Aventures aériennes », par M. W. de Fonvielle.

ANALYSE. — *Sur les conditions d'intégrabilité immédiate d'une expression aux différentielles ordinaires d'ordre quelconque*. Note de M. A. Pujet.

« Dans son *Traité sur l'intégration des équations aux dérivées partielles du premier ordre* (*), Imschenetsky, reprenant l'idée de Boole, comme l'avait déjà fait M. Bertrand (**), applique la théorie de l'intégration des équations simultanées aux dérivées partielles à la détermination des conditions d'intégrabilité d'une expression différentielle de la forme

$$dx\,F(x, y, y_1, y_2, \ldots, y_n), \quad (1)$$

(*) Traduction de M. Houël, pages 147 et suivantes. Gauthier-Villars; 1869.

(**) Leçon professée au Collége de France en 1863.

où l'on représente par x une variable indépendante, par y une fonction arbitraire de cette variable et par $y_1, y_2, \ldots, y_n$ les n premières dérivées de cette fonction par rapport à x.

» Il arrive bien à la condition d'Euler, qui est nécessaire et suffisante (*), mais il regrette de ne pouvoir pas en déduire simplement toutes les autres conditions dont sa méthode montre la nécessité. C'est cette lacune que je me propose de combler dans cette Note, qui servira en même temps de complément à l'étude faite par Joachimstahl (**) de la décomposition de cette condition en plusieurs autres.

» On voit tout d'abord que la fonction dont F serait la dérivée par rapport à x ne doit pas contenir y_n dans son expression, parce qu'on suppose que y est une fonction arbitraire et que tout terme en y_n donnerait, dans la dérivée, un terme en y_{n+1} qui ne se trouve pas dans F. Soit

$$\varphi(x, y, y_1, \ldots, y_{n-1})$$

cette fonction connue; posons

$$\frac{d\varphi}{dx} = p, \quad \frac{d\varphi}{dy} = q, \quad \frac{d\varphi}{dy_1} = p_1, \quad \ldots, \quad \frac{d\varphi}{dy_i} = p_i, \quad \ldots, \quad \frac{d\varphi}{dy_{n-1}} = p_{n-1}.$$

On doit avoir identiquement

$$(2) \qquad p + qy_1 + p_1 y_2 + \ldots + p_{n-1} y_n = \mathrm{F}(x, y, y_1, \ldots, y_{n-1}, y_n),$$

ce qui exige, puisque l'on peut regarder y_n comme une variable indépendante, que la fonction F soit de la forme

$$\mathrm{F} = \mathrm{P} + y_n \mathrm{F}_n,$$

P et F_n désignant des fonctions indépendantes de y_n, et que l'on ait

$$(3) \qquad p_{n-1} = \mathrm{F}_n.$$

» La fonction inconnue φ doit donc satisfaire aux deux équations simultanées aux dérivées partielles du premier ordre (2) et (3), que nous mettrons sous la forme

$$(4) \qquad \mathrm{H} = p + qy_1 + p_1 y_2 + \ldots + p_{n-2} y_{n-1} + p_{n-1} y_n - \mathrm{F} = 0,$$

$$(5) \qquad \mathrm{H}_1 = p_{n-1} - \mathrm{F}_n = 0.$$

(*) *Journal de l'École Polytechnique*. BERTRAND, XXXVIIIe cahier.

(**) BERTRAND, *Traité de Calcul intégral*, t. I, pages 153 et suivantes.

» Posons maintenant, pour simplifier l'écriture,

$$\frac{d\mathrm{F}}{dy} = \mathrm{F}_y, \quad \frac{d\mathrm{F}}{dy_1} = \mathrm{F}_1, \quad \ldots, \quad \frac{d\mathrm{F}}{dy_i} = \mathrm{F}_i, \quad \ldots, \quad \frac{d\mathrm{F}}{dy_{n-1}} = \mathrm{F}_{n-1},$$

et formons le tableau suivant de fonctions :

$$\frac{d\mathrm{F}_n}{dx} = \omega, \quad \mathrm{F}_{n-1} - \frac{d\omega}{dx} = \omega_1, \quad \mathrm{F}_{n-2} - \frac{d\omega_1}{dx} = \omega_2, \quad \ldots, \quad \mathrm{F}_y - \frac{d\omega_{n-1}}{dx} = \omega_n.$$

» Nous trouvons, en adoptant la notation de Poisson,

$$\begin{aligned}
(\mathrm{H}, \mathrm{H}_1) &= \mathrm{H}_2 = p_{n-2} - \omega_1,\\
(\mathrm{H}, \mathrm{H}_2) &= \mathrm{H}_3 = p_{n-3} - \omega_2,\\
&\ldots\ldots\ldots\ldots,\\
(\mathrm{H}, \mathrm{H}_{n-1}) &= \mathrm{H}_n = q - \omega_{n-1},\\
(\mathrm{H}, \mathrm{H}_n) &= \omega_n,
\end{aligned}$$

et de plus

$$(\mathrm{H}_i, \mathrm{H}_k) = \frac{d\omega_{k-1}}{dy_{n-i}} - \frac{d\omega_{i-1}}{dy_{n-k}},$$

i et k désignant deux nombres quelconques de la suite $1, 2, 3, \ldots, n$. Les variables que nous associons dans la formation de ces fonctions sont évidemment

$$x \text{ et } p, \quad y \text{ et } q, \quad y_1 \text{ et } p_1, \quad \ldots, \quad y_{n-1} \text{ et } p_{n-1}.$$

» Pour que les équations (4) et (5) aient une solution commune, il faut qu'on ait

(6) $$\mathrm{H}_2 = 0, \quad \mathrm{H}_3 = 0, \quad \ldots, \quad \mathrm{H}_n = 0,$$

et, identiquement,

(7) $$\omega_n = 0, \quad (\mathrm{H}_i, \mathrm{H}_k) = 0,$$

pour toutes les valeurs $1, 2, \ldots, n$ des indices i et k.

» Les équations (6), jointes aux équations (4) et (5), font connaître les valeurs de $p, q, p_1, \ldots, p_{n-1}$ en fonction de $x, y, y_1, \ldots, y_{n-1}$, et, par suite, déterminent la fonction inconnue φ.

» La première des équations (7) est la condition d'Euler, et je dis que toutes les autres en sont des conséquences immédiates. En effet, si nous considérons la fonction ω_1, nous voyons qu'elle ne contient pas la variable y_n, car on a

$$\omega_1 = \frac{d\mathrm{P}}{dy_{n-1}} + y_n \frac{d\mathrm{F}_n}{dy_{n-1}} - \frac{d\mathrm{F}_n}{dx} - \frac{d\mathrm{F}_n}{dy} y_1 - \frac{d\mathrm{F}_n}{dy_1} y_2 - \ldots - \frac{d\mathrm{F}_n}{dy_{n-1}} y_n,$$

et le coefficient de y_n est identiquement nul.

» On en conclut que, dans la fonction ω_2, le coefficient de y_n est égal à

$$\frac{dF_n}{dy_{n-2}} - \frac{d\omega_1}{dy_{n-1}} = -(H_1, H_2);$$

ce sera le coefficient de y_{n+1} dans ω_3, celui de y_{n+2} dans ω_4, et, finalement, celui de y_{2n-2} dans ω_n. (H_1, H_2) représente donc, au signe près, le coefficient de y_{2n-2} dans la condition d'Euler, et il faut que ce coefficient soit nul pour qu'elle puisse être satisfaite identiquement.

» S'il en est ainsi, la fonction ω_2 est indépendante de y_n, et le coefficient de y_n dans ω_3 doit être égal à

$$\frac{dF_n}{dy_{n-3}} - \frac{d\omega_2}{dy_{n-1}} = -(H_1, H_3);$$

ce sera le coefficient de y_{2n-3} dans ω_n, et ce coefficient doit être nul. En poursuivant ce raisonnement, on voit que la condition d'Euler entraîne les suivantes :

(8) $$(H_1, H_2) = 0, \quad (H_1, H_3) = 0, \quad \ldots, \quad (H_1, H_n) = 0.$$

» Cela posé, en vertu du théorème de Jacobi, qui se traduit par l'identité

$$[A, (B, C)] + [B, (C, A)] + [C, (A, B)] = 0,$$

on a, en supposant $i < k$,

$$(H_i, H_k) = -[H_k, (H, H_{i-1})] = [H, (H_{i-1}, H_k)] - (H_{i-1}, H_{k+1});$$

si donc toutes les conditions, telles que

$$(H_{i-1}, H_k) = 0, \quad (H_{i-1}, H_{k+1}) = 0,$$

sont identiquement satisfaites, on aura également

$$(H_i, H_k) = 0.$$

» Les identités (8) entraînent donc les suivantes :

$$(H_2, H_3) = 0, \quad \ldots, \quad (H_2, H_n) = 0;$$

et, en remontant ainsi de proche en proche, on arrive à voir que toutes les égalités

$$(H_i, H_k) = 0$$

sont satisfaites uniquement quand la condition d'Euler l'est elle-même. »

THÉORIE DES NOMBRES. — *Impossibilité de l'équation* $x^7 + y^7 + z^7 = 0$. Note du P. **Pepin**, présentée par M. Hermite.

« **1.** Cette équation est également impossible lorsqu'on suppose que l'une des indéterminées est divisible par 7. Soit, en effet, z multiple de 7.

Les nombres x, y, z vérifieront les équations (4), où l, m, n, λ, μ, ν représentent des nombres entiers, premiers entre eux deux à deux, dont un seul, n, peut être multiple de 7.

» Posons, pour abréger, $l^7 = a$, $m^7 = b$, $7^6 n^7 = c$, $lmn = \mathrm{P}$,

$$x^2 + y^2 + z^2 + xy + yz + zx = q.$$

On aura, en conséquence,

$$abc = 7^6 \mathrm{P}^7,$$

et, si l'on tient compte de l'équation (2), on tirera de l'identité (5) l'équation

$$p^7 = 7^7 \mathrm{P}^7 (q^2 + pxyz). \tag{6}$$

La somme p est donc divisible par $7\mathrm{P}$. Désignons par B le quotient $p : 7\mathrm{P}$, nous aurons

$$\mathrm{B}^7 = q^2 + 7\mathrm{BP}xyz. \tag{7}$$

Or B est premier avec xyz et, par conséquent, avec $7\mathrm{P}$. On a, en effet, en vertu des équations (4),

$$p = x + y + z = l^7 - l\lambda = m^7 - m\mu = 7^6 n^7 - 7n\nu,$$

$$\mathrm{B} = \frac{l^6 - \lambda}{7mn} = \frac{m^6 - \mu}{7nl} = \frac{7^5 n^6 - \nu}{lm},$$

d'où l'on voit que B est premier avec chacun des nombres l, λ, m, μ, $7n$, ν, puisque ces nombres sont eux-mêmes premiers entre eux deux à deux.

» **2.** Nous allons démontrer d'abord que B est un carré. Soit, en effet, A^2 le plus grand carré diviseur de B, et posons $\mathrm{B} = \mathrm{A}^2\theta$. Le carré q^2, dans l'équation (7), doit être divisible par A^2. Posons, conséquemment, $q = \mathrm{A}q'$. En divisant par A^2, nous déduisons de l'équation (7)

$$\mathrm{A}^{12}\theta^7 = q'^2 + 7\theta\mathrm{P}xyz.$$

Comme θ n'a pas de diviseur carré, il ne peut diviser q'^2 sans diviser q'. Soit donc $q' = \mathrm{R}\theta$, et divisons par θ^2 la dernière équation; nous trouvons

$$\mathrm{A}^{12}\theta^5 = \mathrm{R}^2 + 7\frac{\mathrm{P}xyz}{\theta}.$$

Or θ, comme son multiple B, est premier avec xyz et avec $7\mathrm{P}$ (4); néanmoins le quotient $7\mathrm{P}xyz : \theta$ est entier; on a donc

$$\theta = 1;$$

la dernière équation devient

(8) $$A'^2 = R^2 + 7 P xyz;$$

de plus

$$B = A^2, \quad p = 7 A^2 P, \quad q = AR.$$

» 3. Afin d'exprimer le produit xyz au moyen des trois nombres A, P, R, nous remarquerons d'abord que la somme des trois équations

$$(y+z)^2 = a^2, \quad (z+x)^2 = b^2, \quad (x+y)^2 = c^2$$

donne

$$x^2 + y^2 + z^2 + xy + yz + zx = \frac{a^2+b^2+c^2}{2} = AR.$$

On a donc

$$a^2 + b^2 + c^2 = 2AR, \quad a + b + c = 14 A^2 P, \quad abc = 7^6 P^7.$$

Or

$$xyz = (p-a)(p-b)(p-c) = p^3 - (a+b+c)p^2 + (ab+bc+ca)p - abc$$
$$= -p^3 + (ab+bc+ac)p - abc.$$

D'ailleurs

$$ab + bc + ac = \tfrac{1}{2}[(a+b+c)^2 - (a^2+b^2+c^2)] = 2p^2 - AR;$$

donc

$$xyz = p^3 + pAR - abc = 7^3 A^6 P^3 - 7 A^3 PR - 7^6 P^7,$$

en sorte que l'équation (8) devient

$$A'^2 = R^2 + 7^4 A^6 P^4 - 7^2 A^3 P^2 R - 7^7 P^8.$$

Comme l'un des trois nombres x, y, z est pair, le nombre B, premier avec xyz, est impair, ainsi que sa racine carrée A. La dernière équation exige que P soit pair. Posant donc $P = 2S$, nous mettrons la dernière équation sous la forme suivante :

(9) $$(R - 2.7^2 A^3 S^2)^2 = (A^6 - 6.7^4 S^4)^2 + 4.7^7 S^8.$$

» 4. Comme les deux nombres A et S sont premiers entre eux, la décomposition de cette équation donnera

$$\pm (R - 2.7^2 A^3 S^2) \pm (A^6 - 6.7^4 S^4) = 2.U^8,$$
$$\pm (R - 2.7^2 A^3 S^2) \mp (A^6 - 6.7^4 S^4) = 2.7^7 V^8, \quad S = UV;$$
$$\pm (A^6 - 6.7^4 U^4 V^4) = U^8 - 7^7 V^8.$$

On doit prendre le signe supérieur, car autrement 7 diviserait la somme de

deux carrés premiers entre eux, ce qui est impossible. On a donc

$$A^6 = U^8 + 6.7^4 U^4 V^4 - 7^7 V^8 = (U^4 + 3.7^4 V^4)^2 - 64.7^7 V^8.$$

On décompose cette équation de l'une des manières suivantes :

$$U^4 + 3.7^4 V^4 \pm A^3 = 2.M^8, \quad 2.7^7 M^8,$$
$$U^4 + 3.7^4 V^4 \mp A^3 = 32.7^7 N^8, \quad 32 N^8, \quad V = MN,$$

en sorte qu'on a l'une des deux équations

$$U^4 = M^8 - 3.7^4 M^4 N^4 + 16.7^7 N^8,$$
$$U^4 = 7^7 M^8 - 3.7^4 M^4 N^4 + 16 N^8.$$

Si M était pair, U devrait l'être également, ce qui n'est pas admissible, puisque les trois nombres U, M, N sont premiers entre eux. La dernière équation doit être rejetée, car, suivant qu'on suppose U pair ou impair, on en déduit l'une des deux congruences impossibles

$$0 \equiv 7 - 3 \pmod{8}, \qquad 1 \equiv 7 \pmod{8}.$$

Dans la première équation, il faut supposer U impair et N pair, parce que, dans le cas contraire, on aurait la congruence absurde

$$0 \equiv 1 - 3 \pmod{8}.$$

Posant donc $N = 2\alpha\beta$, nous voyons que la solution de l'équation proposée est ramenée à celle de l'équation

$$U^4 = M^8 - 48.7^4 M^4 \alpha^4 \beta^4 + (16)^3.7^7 \alpha^8 \beta^8 = (M^4 - 24.7^2.\alpha^4\beta^4)^2 + 2^6.7^7 \alpha^8 \beta^8.$$

En tenant compte de ce que le nombre 7 ne peut diviser une somme de deux carrés premiers entre eux, on voit que l'équation obtenue ne peut se décomposer que d'une seule manière

$$U^2 + M^4 - 24.7^2 \alpha^4 \beta^4 = 2\alpha^8,$$
$$U^2 - M^4 + 24.7^2 \alpha^4 \beta^4 = 2^5.7^7 \beta^8;$$

d'où résulte l'équation

$$U^2 = \alpha^8 + 7^3 (14\beta^2)^4.$$

Si donc l'équation proposée était possible, on trouverait trois nombres premiers entre eux, U, α, β, propres à vérifier la dernière équation. On pourrait donc aussi résoudre l'équation (1)

$$u^2 = x^4 + 7^3 y^4,$$

en donnant aux indéterminées des valeurs entières et premières entre elles

$$u = U, \quad x = \alpha^2, \quad y = 14\beta^2,$$

ce qui a été démontré impossible. Il est donc aussi impossible de résoudre l'équation proposée $x^7 + y^7 + z^7 = 0$ en nombres entiers et tous différents de zéro. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur les échanges d'ammoniaque entre les eaux naturelles et l'atmosphère;* par M. TH. SCHLŒSING.

« J'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie (*Comptes rendus*, 1875, 20 décembre), au sujet du partage de l'ammoniaque (1) entre l'air et l'eau, un premier tableau d'expériences dans lesquelles l'air contenait $0^{mg},06$ d'alcali par mètre cube. Cette proportion était voisine du maximum que j'ai observé dans l'atmosphère ; il convenait donc de poursuivre les études avec de l'air beaucoup plus pauvre, afin d'obtenir des mesures applicables aux phénomènes naturels. Ce sont les résultats de ces nouvelles recherches que je viens soumettre à l'Académie :

SÉRIE I (déjà publiée, mais revue). $0^{mg},06$ Am^{que} dans 1^{mc} d'air.		SÉRIE II. $0^{mg},03$.		SÉRIE III. $0^{mg},015$.	
Température.	Ammoniaque dans 1 litre d'eau.	Température.	Ammoniaque dans 1 litre d'eau.	Température.	Ammoniaque dans 1 litre d'eau.
o	mg	o	mg	o	mg
— 0,8	14,6	— 0,1	7,37	0,2	3,76
+ 5,4	10,86	+ 1,1	7,17	6,6	2,69
13,2	4,21	6	5,46	9	1,63
20,2	2,45	11,8	2,45	14,8	0,96
26,7	1,35	15,4	1,69	19,6	0,56
		23,4	0,81		

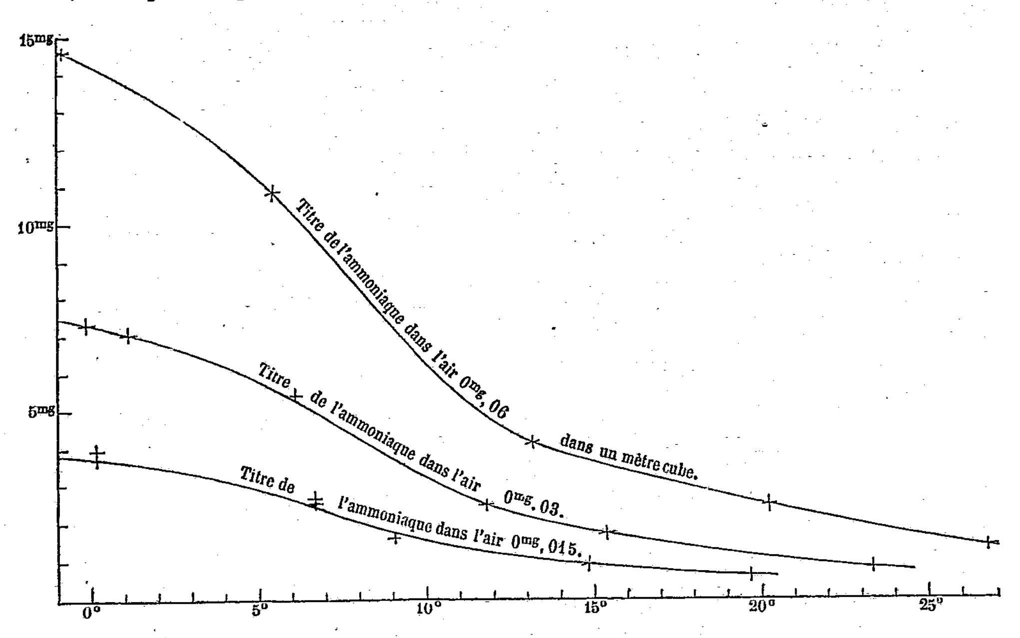
» Dans ces expériences, j'ai opéré exclusivement avec l'eau de mer.

» Les résultats des trois séries peuvent être représentés par trois courbes, que j'ai construites en prenant les températures pour abscisses et les quantités d'ammoniaque dans 1 litre d'eau pour ordonnées.

» On peut constater, sur ces courbes, que les trois ordonnées qui correspondent à une même température sont sensiblement proportionnelles aux trois titres $0^{mg},06$, $0^{mg},03$, $0^{mg},015$, comme si la loi d'absorption des gaz par les liquides trouvait ici son application ordinaire. Cependant cette même loi était en défaut dans mes expériences antérieures, lorsque le titre

(1) Par ammoniaque, j'entends l'alcali à l'état où il existe dans la nature, c'est-à-dire engagé avec l'acide carbonique dans des combinaisons que je ne puis définir.

de l'air s'élevait à $0^{mg},25$, $0^{mg},50$, 1 milligramme d'ammoniaque par mètre cube. Il serait possible d'expliquer cette contradiction par des différences de constitution des carbonates produits, selon le degré de dilution de l'alcali dans l'eau; mais je ne veux pas m'arrêter sur ce sujet. Acceptant les faits tels que l'expérience les donne, je constate que, dans des expériences où le titre de l'air était comparable à celui de notre atmosphère, les échanges d'ammoniaque ont été réglés sensiblement par la loi d'absorption : j'admettrai donc à l'avenir que la quantité d'ammoniaque dissoute par l'eau est proportionnelle, à la surface du globe, à la quantité d'alcali contenue dans l'air, lorsque l'équilibre de tension est établi.



» Il y a donc entre ces deux quantités, pour une même température, un rapport constant que mes expériences permettent de calculer pour 16 températures différentes. Voici le type de l'un de ces rapports :

$$r = \frac{\text{ammoniaque dans 1 mètre cube d'air}}{\text{ammoniaque dans 1 litre d'eau}}.$$

(Je prends le mètre cube pour unité de volume d'air, afin d'éviter l'accumulation des décimales dans l'expression des rapports.)

» Prenant pour ordonnées les seize rapports et pour abscisses les températures, j'ai construit une courbe et j'ai eu la satisfaction de voir les extrémités des ordonnées tomber très-près du tracé moyen indiqué par leur

ensemble. Voici, d'après ma courbe, la Table des rapports pour chaque degré de température compris entre zéro et 26 degrés.

0.......	0,004	7.... ..	0,0063	14......	0,0151	21.... .	0,0284
1.......	0,0041	8......	0,0072	15... ..	0,0166	22.	0,0310
2.......	0,0042	9......	0,0083	16......	0,0184	23......	0,0339
3.......	0,0044	10..	0,0095	17.... .	0,0202	24.... .	0,0368
4.......	0,0046	11.. ...	0,0108	18......	0,0222	25......	0,0398
5.......	0,0050	12. .. .	0,0122	19.....	0,0242	26......	0,0438
6.......	0,0055	13.	0,0136	20......	0,0263		

» Grâce à cette Table, je suis maintenant en mesure de résoudre les problèmes les plus intéressants sur les échanges d'ammoniaque entre l'air, la pluie, les brouillards, les mers...

» 1° Une masse d'air, à une température T, saturée d'humidité, contient A milligrammes d'ammoniaque par mètre cube; elle descend à une température t, d'où résulte une condensation de vapeur; soit v le volume d'eau condensée dans 1 mètre cube. On demande combien d'ammoniaque est absorbée par v, combien il en reste dans l'air.

» Cette question n'est autre que celle du partage de l'ammoniaque entre un nuage et la pluie qui s'en échappe.

» Soit x la quantité d'ammoniaque contenue dans l'eau v; 1 litre de cette eau en contiendrait $\frac{x}{v}$; d'autre part, la quantité d'ammoniaque restant dans l'air après la condensation est $A - x$. On a donc

$$\frac{A - x}{\frac{x}{v}} = r,$$

r étant le rapport qui correspond dans la Table à la température t; d'où

$$x = \frac{v}{v + r} \quad \text{et} \quad A - x = \frac{r}{v + r}.$$

» Par exemple, soient

$T =$	25°	20°	15°	10°	5°
$t =$	24	18,9	13,7	8,3	2,7

Dans les cinq cas, le refroidissement produit 1 gramme d'eau par mètre cube.

» Je trouve :

Ammoniaque condensée dans l'eau..	0,027 A	0,04 A	0,064 A	0,11 A	0,19 A
Ammoniaque restant dans l'air.....	0,973 A	0,96 A	0,936 A	0,89 A	0,81 A

» On voit que l'ammoniaque, condensée par une même quantité d'eau, croît rapidement, à mesure que la température s'abaisse. J'aurai à revenir sur ce point quand je comparerai les pluies d'hiver et d'été. On voit encore combien on se trompe quand on s'imagine que l'ammoniaque d'un nuage se condense presque entièrement dans une pluie.

» On admet généralement que la pluie entraîne non-seulement l'ammoniaque des nuages, mais encore celle de l'air qu'elle traverse. Cela peut et doit être pour le nitrate d'ammoniaque, sel dénué de tension, comme l'a démontré M. Boussingault, et flottant dans l'air à l'état de poussière; mais, quant au carbonate, il est certain que la pluie peut en prendre, en céder ou passer sans modifier sa proportion dans l'air, selon les richesses et les températures respectives des nuées où elle prend naissance et des couches d'air qu'elle rencontre en tombant. En réalité, les dosages continus de l'ammoniaque aérienne, que j'ai institués depuis près d'une année, montrent que les chutes de pluie font varier le titre de l'air, tantôt en plus, tantôt en moins; mais ces variations disparaissent dans les moyennes. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sources d'oxyde de carbone; nouveau mode de préparation de l'acide formique très-concentré.* Note de M. **Lorin**.

« 1. La réaction de l'acide oxalique déshydraté sur les alcools polyatomiques se complique, surtout après un certain temps, de l'action déshydratante de cet acide ou d'un alcool polyatomique, la glycérine par exemple; ces deux actions déshydratantes s'exerçant soit sur l'acide formique, naissant de l'acide oxalique lui-même ou de l'oxaline, soit sur la formine, la chaleur longtemps soutenue intervenant aussi. Il est probable que ces causes diverses ont simultanément leur influence sur la décomposition finale de l'acide formique en eau et en oxyde de carbone, dans ces cas d'éthérification.

» 2. *Action de la chaleur sur l'acide oxalique déshydraté.* — L'acide oxalique desséché se sublime à 165 degrés et se décompose un peu au-dessus, en donnant (Türner) un peu moins de 5 volumes d'oxyde de carbone pour 6 d'acide carbonique, proportions trouvées par Gay-Lussac, opérant sur de l'acide partiellement sublimé. J'ai constaté qu'à 110 degrés l'acide déshydraté, maintenu plusieurs jours, se sublime en partie, donnant à peine du liquide; faits d'accord avec la déshydratation de l'acide ordinaire; mais, au bain d'huile, la décomposition s'obtient d'une manière nette *en volumes égaux* d'acide carbonique et d'oxyde de carbone, depuis le commencement

jusqu'à la fin, et finalement on a eu $13^{lit},598$ d'oxyde de carbone pour $13^{lit},434$ d'acide carbonique. La quantité d'eau recueillie correspond au volume d'oxyde de carbone produit; l'acide formique n'existait dans l'eau qu'à l'état de traces. Sans insister sur la rigueur des résultats, l'équivalence $C^4H^2O^8 = C^2O^2 + C^2O^4 + H^2O^2$ se trouve vérifiée aussi exactement que possible, sur tout l'acide employé.

» 3. *Action de l'acide oxalique déshydraté sur l'acide formique concentré.* — Ces deux corps réagissent. Vers 105 degrés, le rapport des volumes d'oxyde de carbone et d'acide carbonique a été constamment compris entre 1,2 et 3. Le volume de l'oxyde de carbone a donc toujours été en excès sur celui de l'acide carbonique, contrairement à ce qui a lieu, dans tous les cas, pour l'acide oxalique, le maximum de l'oxyde de carbone, qui est l'unité, n'étant atteint, comme je viens de le dire, que pour l'acide oxalique déshydraté. C'est donc l'acide formique, déshydraté par l'acide oxalique, qui a fourni la proportion notable d'oxyde de carbone en excès.

» 4. *Action des formiates de potasse ou de soude sur l'acide formique concentré.* — Lorsqu'on ajoute l'acide formique concentré à du formiate de potasse desséché à 150 degrés, en proportions équivalentes, et qu'après refroidissement on soumet le biformiate à la chaleur, on constate la fusion vers 120 degrés et un commencement de décomposition en eau, en acide formique et en oxyde de carbone; accentuée vers 130-135 degrés, cette décomposition est notable et régulière vers 150-155 degrés. Le dégagement d'oxyde de carbone pur est simultané de la production de l'acide formique aqueux; il cesse lorsque l'acide ne se produit plus. Les phénomènes restent absolument les mêmes par l'addition répétée d'un nouvel acide formique concentré au même formiate, et chaque fois on retrouve, à très-peu près, le poids primitif de ce formiate. La quantité d'oxyde de carbone est considérable, puisque le titre de l'acide formique éliminé s'élève et a été moyennement, dans une opération, de 50 pour 100. D'ailleurs, avec 42 grammes d'acide à 98, on a eu de suite plus de 11 litres d'oxyde de carbone. On peut donc rapprocher la déshydratation de l'acide formique par le formiate de potasse de sa déshydratation par l'acide sulfurique concentré, l'acide oxalique déshydraté. La décomposition du biformiate, exprimant ce fait, se formulerait

$$C^2HKO^4, C^2H^2O^4 = C^2HKO^4 + H^2O^2 + C^2O^2.$$

» Les résultats sont identiques avec le formiate de soude déshydraté. Après quatre opérations, faites en cohobant successivement l'acide for-

mique de moins en moins riche, il y a eu toujours un dégagement de chaleur, allant en diminuant. Après repos, la décomposition s'est faite à peu près à la même température, 150 degrés; la proportion d'oxyde de carbone va toujours en diminuant, et à la fin le poids primitif du formiate se retrouve le même.

» Le formiate de baryte et d'autres formiates donnent, avec l'acide formique, un moindre dégagement de chaleur; l'acide formique surnage et s'obtient intégralement par distillation, sans formation d'oxyde de carbone, même en élevant la température jusqu'à 160 degrés. Je réserve le formiate d'ammoniaque.

» 5. *Acétates de potasse ou de soude et acide formique concentré.* — Le mélange avec l'acétate de potasse a donné un dégagement de chaleur qui a porté le thermomètre de 10 à 55 degrés. Le sel résultant commence à se décomposer vers 135 degrés et se décompose régulièrement vers 153 degrés, en produisant, d'une manière constante, de l'oxyde de carbone, encore en quantité notable, avec élimination des acides formique et acétique aqueux. L'action hydratante de l'acide formique, dans ce cas particulier, m'a semblé digne d'être signalée.

» L'acétate de soude déshydraté agit de même; mais, comme pour les formiates, les autres acétates, en général, agissent peu ou n'agissent pas.

» 6. C'est un fait remarquable que cette déshydratation de l'acide formique, *à l'état libre* sous l'influence des formiates et des acétates alcalins, *à l'état latent* dans les formines brutes sous l'influence probable de l'alcool polyatomique qui se régénère ou subit diverses modifications. Dans ces deux cas particuliers, les températures, 135 et 150 degrés, se rencontrent d'une manière constante et en quelque sorte caractéristique de la décomposition de l'acide formique.

» 7. *Nouveau mode de préparation de l'acide formique très-concentré.* — La stabilité relative de l'acide oxalique déshydraté, mise en évidence par son action sur les alcools polyatomiques, devait faire penser à l'utiliser, à la place de l'acide sulfurique, pour obtenir, à l'aide d'un formiate, de l'acide formique très-concentré. Le formiate de baryte a donné de l'acide à 92,5; mais les résultats les meilleurs ont été fournis par le formiate de soude sec : dans une première opération, l'acide a titré 94. *Dans une deuxième opération, le mélange des deux corps bien déshydratés et en poudre, fait par parties, a été chauffé au bain-marie. On a eu presque la quantité théorique d'un acide formique titrant 99. De l'oxyde de carbone apparaît en faible quantité au commencement de la réaction, qui présente une grande analogie avec celle*

de la préparation de l'acide nitrique ordinaire. Ce nouveau mode de production de l'acide formique concentré établit une analogie de plus entre l'acide oxalique déshydraté et l'acide sulfurique, analogie qui fait ainsi rentrer la préparation de l'acide formique concentré dans les cas ordinaires.

» Ce travail a été exécuté au laboratoire des Hautes-Études de l'École centrale. »

ANATOMIE. — *Sur la constitution du canal excréteur de l'organe hermaphrodite dans le* Leucochroa candidissima, *Beck* (Helix candidissima, *Dr.*), *et dans le* Bulimus decollatus, *Linn.* Note de M. E. **Dubrueil**, présentée par M. Ch. Robin.

« La constitution du canal afférent du *Leucochroa candidissima* présente une particularité remarquable, particularité qui nous permet de nous rendre compte des fonctions physiologiques de ce conduit. A 4 millimètres de l'*organe de la glaire*, le canal, qui mesure 23 millimètres de longueur, est entouré de grosses glandes rondes ou ovales. Ces glandes, au nombre de 18 à 35, sont visibles à l'œil nu; leur coloration blanchâtre ou jaunâtre devient rougeâtre à l'époque des amours. Elles sont placées entre la membrane cellulaire externe et la couche fibreuse médiane, et viennent déboucher dans l'intérieur du conduit, chacune par un orifice distinct, comme les glandes de la prostate proprement dite.

» Des glandes analogues existent aussi dans le *Bulimus decollatus;* toutefois, chez ce dernier, elles ne sont pas enveloppées par la membrane cellulaire du canal, mais elles sont extérieures à cet organe. Au voisinage de l'endroit où celui-ci va s'enfoncer dans l'organe de la glaire, on voit accolées, à la portion concave de ce dernier, une série nombreuse de glandes, dont les inférieures sont situées sur le côté convexe du talon. Ces glandes diffèrent encore de celles que nous avons signalées chez le *Leucochroa candidissima* par la longueur de leur conduit, qui varie en raison directe de leur écartement du canal afférent à l'extérieur duquel il vient aboutir.

» Si la théorie de l'invagination du canal afférent était fondée, les glandes qu'on rencontre dans ce canal, chez le *Leucochroa candidissima,* ainsi que le conduit des mêmes glandes chez le *Bulimus decollatus,* intercepteraient aux ovules toute communication entre l'organe hermaphrodite et l'oviducte. C'est donc une preuve de plus à ajouter à celles formulées par Baudelot, à l'appui de la communauté de voie que suivent, chez les Gastéropodes pulmonés, l'élément mâle et le produit femelle. »

ZOOLOGIE. — *Des rapports qui existent, chez le chien, entre le nombre des dents molaires et les dimensions des os de la face.* Note de M. **H. Toussaint**, présentée par M. de Quatrefages.

« Parmi les observations nombreuses qui ont été faites, jusqu'à ce jour, sur les variations de la formule dentaire du chien, un petit nombre se rapportent aux dents molaires. Les anomalies les plus importantes, signalées par MM. de Blainville (1), Geoffroy Saint-Hilaire (2), Gervais (3), Magitot (4), ont été considérées par ces auteurs comme accidentelles.

» A côté de ces faits tératologiques qui se remarquent dans toutes les espèces, on peut observer des modifications, dont l'importance nous paraît plus considérable; car elles semblent, d'après un grand nombre d'observations, avoir un caractère constant dans les animaux d'une même race.

» L'aspect si caractéristique de la tête, chez les chiens de différentes races, tient surtout aux dimensions de la face et au plus ou moins d'écartement du pont zygomatique. Aucune autre espèce ne fournit des animaux aussi dissemblables sous ce point de vue que les *boule-dogues* et les *lévriers*. Aux modifications de la face correspondent des modifications dans le système dentaire : le nombre des incisives et des canines reste constant; mais l'arrangement et le nombre des molaires varient dans de très-larges limites.

» La formule normale des dents molaires du chien est $\frac{6}{7}$; dans le bouledogue et surtout dans les petites variétés de cette race, le nombre des

(1) De Blainville (*Des anomalies dentaires*) rapporte deux cas semblables : un mâtin et un griffon anglais dont la formule était : molaires, $\frac{6-7}{7-7}$; de plus un lévrier d'Égypte présentait huit molaires inférieures, d'un côté : $\frac{6-6}{8-7}$.

(2) Geoffroy Saint-Hilaire (*Traité de Tératologie*), cite, sans désigner la race, le cas d'un chien présentant sept molaires supérieures de chaque côté : formule $\frac{7-7}{7-7}$, et celui d'un vieux lévrier ayant une molaire supplémentaire inférieure droite, placée en arrière, d'où la formule $\frac{6-6}{8-7}$.

(3) M. Gervais (*Histoire naturelle des Mammifères* et *Dictionnaire encyclopédique des Sciences médicales*, article Chiens) rappelle que le nombre des dents molaires varie : « On sait, dit-il, qu'il y a des chiens *accidentellement* pourvus de $\frac{7}{8}$ molaires ».

(4) M. Magitot (*De l'anomalie de nombre*, dans le *Journal de l'Anat. et de la Phys.*, 1875) a recueilli une tête de braque dont la formule est $\frac{6-6}{8-8}$.

molaires est fort souvent au-dessous de celui que nous venons d'assigner. La formule peut s'écrire $\frac{5}{7}$ ou $\frac{5}{6}$; il est quelques sujets chez lesquels on ne rencontre que quatre molaires supérieures et six ou même cinq inférieures. En revanche, nous possédons des têtes de lévriers dont la formule est $\frac{7}{9}$. On peut assister, pour ainsi dire, à ces transformations de la formule dentaire en examinant les types intermédiaires. En partant de l'épagneul pour aller vers les animaux à face courte, on voit d'abord les dents se resserrer jusqu'à se toucher par leurs bords, puis chevaucher de façon à rappeler la dentition du phoque. Bientôt l'une des prémolaires se tourne complétement en travers, et enfin, dans une dernière phase, survient la disparition d'une ou de plusieurs dents.

» A la mâchoire supérieure du boule-dogue, la disparition commence par la deuxième molaire tuberculeuse; celle qui disparaît ensuite est la troisième prémolaire, dont le grand axe était devenu, dans les faces moins rapetissées, tout à fait transversal. A la mâchoire inférieure, c'est la première prémolaire à une racine qui disparaît d'abord, puis la petite tuberculeuse postérieure; enfin celle qui a la plus grande tendance à se tourner en travers est la quatrième prémolaire (principale inférieure de de Blainville); souvent même elle a disparu avant la tuberculeuse postérieure.

» Si l'on examine, au contraire, des têtes dont la face s'est allongée, on constate que les dents se séparent, s'espacent largement jusqu'à ce qu'il s'ajoute une avant-molaire à une racine à la mâchoire supérieure. Il en est de même à l'inférieure, où l'on voit, de plus, apparaître, soit en même temps, soit même avant l'antérieure, une arrière-molaire tuberculeuse.

» Dans les animaux à face moyenne, l'épagneul par exemple, les deux mâchoires ont sensiblement la même longueur; les dents incisives supérieures recouvrent et dépassent légèrement les dents inférieures.

» Tout le monde connaît la forme particulière du maxillaire inférieur qui donne aux boule-dogues une physionomie si caractéristique. En général, les animaux de cette race dont la mâchoire inférieure proémine le plus possèdent le nombre normal de dents à cette mâchoire. Elles ont pu chevaucher légèrement; mais, à la mâchoire supérieure, elles ont diminué de nombre ou bien l'une d'elles s'est tournée en travers par suite du rapetissement de cette mâchoire : d'où la longueur plus grande du maxillaire inférieur.

» Il se comprend aisément qu'au maxillaire inférieur, qui est peu épais et dont les dents sont pressées entre deux lames de tissu compacte, la direction transversale soit difficile à prendre. Néanmoins, elle s'observe, mais à

un moindre degré qu'à la mâchoire supérieure; et, dans ce cas, les branches du maxillaire s'épaississent, et la ligne d'implantation des dents molaires décrit une courbe brève à convexité extérieure.

» La plus grande longueur du maxillaire inférieur des boule-dogues est donc une conséquence de la difficulté qu'éprouvent les dents à se tourner en travers et par suite à disparaître. A l'appui de cette manière de voir, on peut apporter le fait de chiens à mâchoires égales, mais dont les dents inférieures ont diminué de nombre pendant que les supérieures se rapprochaient. Nous possédons une belle tête qui présente ce caractère, et dont la formule est $\frac{6-6}{5-5}$ molaires.

» Dans le phénomène du raccourcissement de la face, tous les os ne concourent pas dans la même proportion à la diminution de longueur; cette diminution se fait surtout aux dépens du maxillaire supérieur, et principalement de ses parties antérieures et postérieures. Chez les animaux à face courte, que nous avons plus spécialement étudiés, la fosse temporale s'agrandit pour loger des crotaphites énormes. Il s'ensuit que non-seulement l'os zygomatique est écarté, mais qu'il est aussi reporté en avant, et, par cela même, n'offre plus qu'un point d'appui très-faible à la petite tuberculeuse dont les racines ne tardent pas à perforer la mince lame osseuse dans laquelle elles se trouvent implantées. Cette lame devient ensuite de plus en plus fragile et la dent disparaît pour ainsi dire d'un seul coup, avec la portion d'os qui la portait. La dent carnassière et la grosse tuberculeuse bénéficient du changement de direction de l'arcade zygomatique; elles sont plus fortement étayées: aussi ne les voit-on jamais manquer; c'est à peine si la carnassière subit une légère déviation transversale.

» Les observations que nous venons de résumer ne concernent aucune des races dégénérées, si nombreuses dans l'espèce canine, telles que les chiens de très-petite taille, à tête globuleuse, ou les chiens nus dits *chinois* et *japonais*. Chez ces animaux, le nombre des dents est rarement celui du type. Presque toujours il est inférieur, et leur disparition ne coïncide pas avec le raccourcissement des mâchoires; il se forme chez eux des espaces interdentaires. La diminution du nombre tient à des causes très-complexes que nous étudierons plus tard. »

M. Hermite, en faisant hommage à l'Académie, au nom de M. *Paul du Bois-Reymond*, professeur à l'Université de Tübingue, d'un Mémoire inti-

tulé : « Recherches sur la convergence et la divergence des formules de représentation de Fourier », s'exprime comme il suit :

« Lejeune-Dirichlet, qui, le premier, a établi par une analyse entièrement rigoureuse, des conditions suffisantes pour la convergence de la série trigonométrique de Fourier, s'est borné aux fonctions n'ayant qu'un nombre fini de maxima, entre les limites, $-\pi$, $+\pi$ de la variable, et a démontré que sous cette condition les développements étaient toujours convergents.

» Ce n'est donc qu'en considérant des fonctions qui présentent, soit dans le voisinage de valeurs particulières, soit pour toutes les valeurs de la variable, des maxima infiniment petits et infiniment rapprochés, que l'on pourra s'attendre à rencontrer enfin la limite séparant les fonctions exprimables par la série de Fourier de celles qui la rendraient divergente, ou se convaincre qu'une telle limite n'existe pas, du moins pour les fonctions continues.

» M. du Bois-Reymond, commençant ses recherches par les cas les plus simples, considère d'abord une fonction $f(x)$ qui s'approche de la valeur $f(0) = 0$, avec un nombre infini de maxima. Il choisit l'expression suivante :

$$f(x) = \zeta(x) \cos \varphi(x),$$

$\zeta(x)$ s'annulant pour $x = 0$, sans maxima, et $\varphi(x)$ devenant infinie pour la même valeur, mais suivant une loi dont il se réservait de disposer. L'étude de ce cas simple s'est déjà trouvée répondre aux besoins les plus essentiels de la théorie, et a conduit le savant auteur à ces deux principales propositions :

» Si $\zeta(x)$ et $\varphi(x)^{-1}$ s'annulent sans maxima avec x, le développement de $f(x)$ sera convergent pour $x = 0$; mais, si $\varphi(x)$ devient infinie, en croissant d'une certaine manière, avec un nombre infini de maxima, le développement sera divergent pour $x = 0$, bien qu'alors la fonction soit finie et déterminée.

» Beaucoup d'autres résultats, que je ne puis indiquer, intéresseront vivement les géomètres, comme servant à faire plus complétement connaître la portée du théorème qui joue un rôle si important dans l'analyse, et auquel reste à jamais attaché le nom de Fourier. »

M. le baron Larrey présente à l'Académie, de la part de M. *Barnes*, chirurgien général de l'armée américaine, un volume compacte, en anglais, de 1000 pages, intitulé : *Choléra épidémique de* 1873, *aux Etats-Unis.*

« L'introduction de ce livre, dit M. Larrey, faite par sir John Woodworth, chirurgien inspecteur, expose l'origine et le développement de l'épidémie, ainsi que l'emploi des mesures préventives. Un appendice rend hommage à chacun des chirurgiens collaborateurs de l'œuvre commune, dans les diverses contrées de l'Union.

» *L'histoire clinique de l'épidémie de* 1873, *l'étiologie, la prophylaxie, l'origine et le développement, la narration* complète et détaillée, avec cartes et plans de chaque contrée envahie et un *Appendice sur la Météorologie,* telle est la série des différents Chapitres comprenant la première Partie de cet ouvrage.

» La deuxième Partie comprend l'*histoire du choléra épidémique* remontant à 1817, puis se manifestant en 1823, en 1829, en 1832-1833 et 1834, en 1848, en 1854 et en 1865-1866, et enfin un aperçu du *choléra dans l'Inde.*

» Suit une *bibliographie du choléra* faite avec le plus grand soin par M. John Billing, chirurgien assistant. Elle comprend plus de 300 pages à deux colonnes et indique, d'une manière précise et méthodique, la plupart, sinon la totalité des publications connues dans les deux mondes. Ce recueil sera précieux désormais pour toutes les recherches scientifiques à entreprendre de nouveau sur les épidémies du choléra. »

M. Larrey présente encore, de la part de M. *Barnes*, un Rapport rédigé par M. *George Otis*, chirurgien assistant de l'armée des États-Unis sur un « Plan de transport par les voies ferrées des soldats blessés, en temps de guerre, avec la description des diverses méthodes employées, dans ce but, en différentes occasions ».

« Ce Rapport, dit M. Larrey, s'applique à un système proposé, en 1874, par un ingénieur russe, M. Zavodovsky, pour les malades aussi bien que pour les blessés, avec planches explicatives reproduites par le rapporteur. Celui-ci indique bien que les guerres récentes ont permis d'utiliser suffisamment les voies ferrées pour le transport général des troupes ainsi que du matériel, et il a raison de dire que la proposition de l'ingénieur russe pour le transport spécial des malades et des blessés n'est pas du tout chose nouvelle. Il le démontre, d'ailleurs, en rappelant que nous avions, en France, organisé ce système d'évacuations dès 1859, lorsque j'avais l'honneur d'être médecin en chef de l'armée d'Italie.

» M. Otis expose ensuite les divers moyens mécaniques à l'aide desquels ce service de transport a été effectué par les voies ferrées, dans d'autres circonstances, et il a soin de rappeler, à ce sujet, l'utile ouvrage du professeur Th. Longmore : *A Treatise on the transport of sick and wounded troops.* »

M. E. Bazin adresse une Note dans laquelle il propose une fabrication économique de la soude caustique au moyen du sulfate de soude.

L'auteur résume ainsi le principe de sa méthode : « Étant donné du sulfate de soude, on le calcine avec du charbon, pour former du sulfure de sodium. Le sulfure de sodium est dissous dans l'eau, et on le transforme en soude caustique, au moyen d'un oxyde métallique, tel que le bioxyde de cuivre, ou le peroxyde de fer ».

M. V. Chatel adresse une Note relative à un projet d'expériences à réaliser pour étudier l'influence de la lumière sur le développement des végétaux, et en particulier pour rechercher l'effet des sept couleurs du spectre solaire.

M. L. Vigot adresse une Note intitulée : « Changement de peau ou d'écaille du genre Crabe appelé vulgairement *Tourteau*. »

A 5 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures un quart. D.

OUVRAGES REÇUS PENDANT LA SÉANCE DU 27 MARS 1876.

Valeur et concordance des preuves sur lesquelles repose la théorie de l'évolution en Histoire naturelle; par M. Ch. Martins. Paris, imp. J. Claye, 1876; br. in-8°. (Extrait de la *Revue des Deux-Mondes.*)

Aventures aériennes et expériences mémorables des grands aéronautes; par W. de Fonvielle. Paris, E. Plon, 1876; 1 vol. in-12 illustré.

La gymnastique raisonnée. Moyen infaillible de prolonger l'existence et de prévenir les maladies, etc.; par E. Paz. Paris, Hachette et Cie, 1876; in-8°.

Les soulèvements et dépressions du sol sur les côtes; par J. Girard. Paris, F. Savy, 1876; in-8°.

Comptes rendus de la Commission des maladies régnantes, faits à la Société médicale des hôpitaux de Paris; par le Dr E. Besnier. 9e fascicule, année 1875. Paris, typ. F. Malteste, 1876; in-8°.

Projet de construction d'une chaussée avec ou sans tunnel de Calais à Douvres

pour l'établissement d'un chemin de fer entre la France et l'Angleterre, présenté par M. G.-P. LAHORE. Foix, typ. Pomiès, 1875; br. in-12.

Les merveilles de l'Industrie; par L. FIGUIER, 27^e série. Paris, Furne et C^{ie}, 1876; in-8° illustré.

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et documents; 1876, février. Paris, Dunod, 1876; in-8°.

L'emploi de l'air comprimé comme force motrice. Son rôle dans l'avenir. Établissement d'un barrage dans la Seine, à Paris; par D. A. UCCIANI. Constantinople, imp. Cayol, 1876; br. in-4°.

The cholera epidemie of 1873 *in the United-States.* Washington, government printing office, 1875; in-8° relié. (Présenté par M. Larrey.)

ERRATA.

(Séance du 20 mars 1876.)

Page 649, ligne 3, *au lieu de* η_0, *lisez* p_0.

» ligne 7, *au lieu de* $\frac{V_0 p_0}{n}$, *lisez* $\frac{V_0 p_0}{n\eta_0}$, et *au lieu de* $\frac{\eta_0 V_0}{An}$, *lisez* $\frac{p_0 V_0}{An}$.

» ligne 10, *au lieu de* $\frac{np'}{\eta_0 p_0}$, *lisez* $\frac{np'}{p_0}$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 AVRIL 1876.

PRÉSIDENCE DE M. LE VICE-AMIRAL PÂRIS.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur le déplacement des raies dans les spectres des étoiles, produit par leur mouvement dans l'espace.* Lettre du P. SECCHI à M. le Secrétaire perpétuel.

« Rome, le 25 mars 1876.

» Il est généralement admis aujourd'hui, d'après les idées émises par Doppler en 1842, que le déplacement d'un point lumineux, s'éloignant ou s'approchant de l'observateur, produit une altération dans la longueur de l'onde lumineuse. Si l'on combine ce principe avec ceux de l'analyse spectrale, il en résulte que les raies d'une substance existant dans une étoile en mouvement seront déplacées par rapport à celles qu'on obtient avec la même substance sur la terre. La grandeur du déplacement dépendra de la vitesse de l'étoile dans la direction du rayon visuel de l'observateur. Les objections n'ont pas manqué à cette théorie; mais elle paraît généralement reçue (1) et confirmée par les observations des courbures dans les raies des protubérances solaires.

(1) M. van der Willingen l'a pourtant combattue.

» Pour constater la rigueur de cette théorie, je fis des expériences dès 1863, mais les résultats furent alors négatifs. J'attribuai l'insuccès à l'insuffisance de mes instruments. M. Huggins reprit peu après la question et trouva des déplacements sensibles, dont il rendit compte à la Société royale de Londres; mais, craignant cependant une illusion produite par la manière d'éclairer la fente, il apporta des changements dans son procédé et examina de nouveau plusieurs étoiles; en 1872, il donna une liste de mouvements jugés comme définitifs (1).

» Je me suis, dans cet intervalle, souvent occupé de ce sujet et surtout en 1868 (2), en employant tantôt des procédés de comparaison, tantôt des méthodes absolues; mais mes résultats ne s'accordaient pas toujours avec ceux du célèbre spectroscopiste anglais. Cependant, par égard pour sa grande autorité et en tenant compte des moyens très-parfaits dont il disposait, j'étais porté à préférer ses résultats, malgré leur opposition avec les miens. Dernièrement, M. Vogel, à Bothkamp, et les astronomes de Greenwich ayant publié quelques recherches sur ce sujet, j'ai trouvé dans leurs résultats des divergences assez considérables avec ceux de M. Huggins, et je me suis décidé à reprendre ces expériences, et à faire un nouvel examen de la question.

» Je résume dans le tableau suivant les résultats d'une détermination, en marquant avec le signe + les cas d'éloignement, et avec le signe — les cas de rapprochement :

Étoiles.	Observateurs.			
	Huggins.	Obs. de Greenwich.	Secchi.	Vogel.
Sirius	+	—	—	»
α Lyre	—	—	o	—
α Aigle	»	±	—	»
Procyon	+	—	»	»
Castor	+	+	o	»
Rigel	+	+	»	»
Regulus	+	—	o	»
η Grande Ourse	+	—	—	»
α Pégase	—	—	»	»
α Cygne	—	—	»	»
α Couronne	+	—	»	»
α Andromède	—	—	»	»
Arcturus	—	—	o	»

(1) Voir le journal *The nature*, vol. VI, p. 135, july 1872.

(2) Voir *Comptes rendus*, 2 mars 1868.

» On voit par ce tableau que l'accord existe quelquefois, mais qu'il y a de nombreuses contradictions. On reconnaît du reste à d'autres indices qu'il existe une cause d'erreur encore inconnue, et que les procédés de recherche demandent à être soigneusement revus.

» Plusieurs faits frappent tout d'abord : 1° à Greenwich, presque toutes les observations donnent des résultats négatifs (1), les résultats positifs sont une exception; 2° les résultats relatifs à des jours différents sont non-seulement très-discordants en grandeur, mais parfois même renversés; 3° les observations de M. Huggins donnent des valeurs en grande partie semblables pour un grand nombre d'étoiles; 4° ses résultats pour la comète Coggia ne sont pas d'accord avec le mouvement d'ailleurs connu de cette comète; 5° les valeurs moyennes assignées par les divers observateurs sont extrêmement différentes.

» Surpris de ces irrégularités, je me posai la question suivante : *peut-il exister, soit dans la manière d'observer, soit dans les instruments, une cause d'erreur systématique qui produise le déplacement de la raie à l'insu de l'observateur?* Pour m'en assurer, j'ai fait les expériences suivantes, en cherchant à éviter les conditions qui étaient soupçonnées défectueuses et à varier autant que possible les autres conditions de l'observation.

» D'abord, pour éclairer la fente, j'ai placé le tube de Geissler simplement devant l'objectif, à une distance d'environ $0^{m},50$, en le disposant de manière que le tube capillaire, long d'environ 6 centimètres, fût exactement parallèle au diamètre de l'objectif et à la fente du spectroscope : la lumière était assez vive dans l'oculaire du spectroscope pour permettre de voir nettement les raies. Le spectroscope employé était à vision directe : il était formé d'un prisme de Merz composé de cinq prismes ayant une très-forte dispersion ; dans le spectre solaire, les raies D du sodium étaient, avec cet appareil, séparées du double de leur largeur. Pour dilater transversalement le spectre de l'étoile, une lentille cylindrique achromatique était placée près de l'oculaire à l'intérieur de la petite lunette analysatrice.

» L'équatorial étant dirigé vers l'étoile Sirius dans de bonnes conditions atmosphériques, nous avons pu voir nettement la raie noire F de l'étoile simultanément et dans le même champ, avec la raie de gaz hydrogène $H\beta$. Le raie brillante du gaz se projetait en dehors de la raie obscure de l'étoile sur le côté du rouge : on ne pouvait pas apprécier exactement la quantité de cette superposition, car la raie ou plutôt la bande stellaire est très-large

(1) Voir *Month. Notices*, vol. XXXVI, p. 30 et suiv.

et estompée à son bord, comme nous l'avons constaté dès le commencement de nos recherches. Nous sommes surpris que les observateurs n'insistent pas sur cet aspect de la plupart des raies hydrogéniques stellaires. On nous pardonnera de relever tous ces détails, en ayant égard à l'importance des conséquences qui en découlent.

» Ce résultat était, au fond, le même que celui que nous avions déjà obtenu, spécialement en 1869, et publié dans nos Mémoires *Sur les spectres solaires*, en 1872, page 44. L'étoile semblait donc avoir ses ondes raccourcies, et, par conséquent, se rapprocher de nous, comme on l'a trouvé à Greenwich, et contrairement à M. Huggins.

» Ne me fiant pas à mon appréciation, je fis faire l'observation par mes assistants, tous habitués à ces mesures. L'observation donnait toujours le même résultat, lorsque la lunette était transportée par l'horloge, et que, de plus, un assistant était au chercheur pour la retenir sur un point fixé et correspondant à la fente du spectroscope; mais, si l'horloge s'arrêtait ou si l'assistant dérangeait la position de l'étoile, on voyait accidentellement la raie brillante se placer de l'autre côté, ou en coïncidence parfaite avec la raie. Cela nous engagea à répéter plus soigneusement l'observation le jour suivant, pour découvrir la cause de ces variations.

» Dans cette seconde série, les résultats furent d'abord semblables à ceux du jour précédent; mais, ayant renoncé à l'emploi de l'horloge, la raie parut se placer d'un côté ou de l'autre, selon que l'étoile était visée ou emportée d'un côté ou de l'autre, par rapport à l'axe de la lunette. Ayant alors adapté de nouveau l'horloge, la raie brillante étant en apparence du côté du rouge, et ayant tourné le spectroscope de 180 degrés sur son axe, la raie se plaça aussi de l'autre côté pour certains observateurs, tout en restant du premier côté pour d'autres.

» Ayant reproduit longtemps ces différents changements de position, nous acquîmes la conviction que *la raie pouvait paraître constamment d'un côté ou de l'autre, selon la disposition de l'instrument, sans que l'observateur eût un indice assez sûr pour reconnaître l'illusion dont il était victime*. Cette conclusion, on le voit, est très-grave; nous ne prétendons pas que des observateurs aussi habiles aient été trompés, mais nous signalons une erreur possible dans ce genre d'observation. Nous n'avons pas encore réussi à découvrir la source de ces changements, qui pourraient être attribués à une espèce de parallaxe due à ce que le foyer de l'image stellaire ne coïncidait pas avec le plan de la fente; nous nous bornons seulement à indiquer le phénomène qui pourrait bien avoir fait illusion aux autres

comme à nous. Ici la concordance des observations fréquemment répétées ne serait d'aucun secours, car on se place toujours, en regardant, de façon à avoir la vision plus nette, c'est-à-dire dans une position telle que la même erreur se reproduit. »

ASTRONOMIE. — *Observations des taches du Soleil, faites à l'Observatoire de Toulouse en* 1874 *et* 1875. Note de M. **F. Tisserand.**

« Dans la séance du 6 avril 1874, j'ai annoncé à l'Académie que j'avais organisé à l'Observatoire de Toulouse, d'après la belle méthode de M. Carrington, l'observation régulière des positions des taches du Soleil. Ce travail a été continué depuis sans interruption, et je suis heureux de pouvoir communiquer aujourd'hui à l'Académie un résumé succinct des observations faites depuis le 25 février 1874 jusqu'au 25 octobre 1875. Les observations ont été faites et réduites par M. Perrotin; j'ai discuté ces observations, et j'en ai déduit les valeurs des rotations. Le nombre des observations s'élève à 985; elles s'étendent à 325 taches distinctes. Dans la première partie du travail, en 1874, 237 taches différentes ont été observées; en 1875, il n'y en a eu que 88. Ne m'occupant d'abord que des taches observées au moins trois fois, j'en trouve 76 en 1874; sur ces 76, 41 ont paru dans l'hémisphère boréal; leur latitude moyenne a été de $+10°,0$; 35 ont paru dans l'hémisphère austral, avec la latitude moyenne $-11°,0$; la moyenne de ces deux nombres, abstraction faite du signe, est $10°,5$. En 1875, sur 29 taches observées au moins trois fois, 17 ont une latitude boréale qui est, en moyenne, de $+11°,0$; 12 ont une latitude australe de $-12°,4$ en moyenne; la moyenne de ces deux derniers nombres est $11°,7$.

» Parmi ces taches, 4 ont été observées pendant trois rotations, 12 pendant deux rotations. Je donne dans le tableau suivant, dans la colonne T, les valeurs que j'ai conclues pour la rotation diurne ξ. La colonne t_0 contient l'époque de la première observation, la colonne t_1 celle de la dernière; τ est la différence $t_1 - t_0$ exprimée en jours, en nombre rond; $T-C$ représente les différences entre nos nombres et ceux de Carrington, $T-S$ les différences entre les mêmes nombres et ceux de M. Spörer. J'ai eu recours, pour faire cette dernière comparaison, à la publication faite, en 1874, par la Société astronomique de Leipzig, des observations des taches du Soleil de M. Spörer.

λ.	t_0.	t_1.	τ.	T.	T — S.	T — C.
— 1°.16′	1874, mars 10.	1874, avril 9.	30	859′,8	— 0′,6	— 6′,7
+ 6.18	1874, juillet 26.	1874, août 24.	29	859,9	+ 1,5	— 2,1
+ 8.11 — 8.12 + 8.17	1875, juillet 28. 1874, septembre 2. 1875, avril 27.	1875, septembre 1. 1874, octobre 26. 1875, mai 28.	35 54 31	857,8 854,8 856,4	+ 0,9 — 2,1 — 0,4	— 2,6 — 4,4 — 4,0
— 10.31 — 11.0 — 11.0 + 11.52	1875, juin 6. 1874, octobre 2. 1874, juin 15. 1874, juillet 7.	1875, juillet 7. 1874, octobre 29. 1874, août 10. 1874, août 30.	31 26 56 54	845,5 847,6 854,3 848,6	— 9,3 — 6,6 + 0,1 — 4,4	— 9,4 — 6,2 + 0,5 — 7,4
— 13,55 — 14.6 — 14.10	1874, mars 30. 1874, août 18. 1875, mars 24.	1874, mai 4. 1874, septembre 23. 1875, avril 18.	35 36 25	851,1 846,6 845,5	+ 0,7 — 3,5 — 4,5	+ 3,7 — 0,4 — 1,3
— 16.0 — 16.36	1874, octobre 10. 1874, octobre 12.	1874, novembre 10. 1874, novembre 10.	31 29	845,9 845,7	— 1,2 — 0,3	+ 2,1 + 2,6
+ 18.5 + 19.54	1875, février 20. 1874, mars 4.	1875, mars 27. 1874, avril 26.	35 53	848,2 839,7	+ 4,9 — 0,3	+ 4,0 — 0,5

» Il convient de réunir en une seule les valeurs de ξ fournies par plusieurs taches voisines en latitude; j'ai obtenu ainsi sept résultats distincts consignés dans le second tableau : les deux premiers résultats sont les mêmes que précédemment, le troisième est formé de la réunion de trois valeurs de ξ, le quatrième en comprend quatre, le cinquième trois, et les deux autres chacun deux. Pour obtenir ces nouvelles valeurs de ξ, j'ai combiné les anciennes en leur attribuant des poids égaux aux valeurs correspondantes de τ. J'ai mis en regard les comparaisons avec Spörer (T — S), et aussi les comparaisons (T — F), avec une formule proposée par M. Faye. Voici cette formule :

$$\xi = 857',6 - 157',3 \sin^2\lambda.$$

» Dans la colonne P, j'ai mis les poids obtenus en ajoutant les valeurs précédentes de τ.

λ.	P.	T.	T — S.	T — F.
1°.16′	30	859′,8	— 0′,6	+ 2′,3
6.18	29	859,9	+ 1,5	+ 4,2
8.13	120	856,1	— 0,8	+ 1,7
11.11	167	849,8	— 4,1	— 1,9
14. 3	96	848,0	— 2,1	— 0,3
16.17	60	845,8	— 0,7	+ 0,6
19.11	88	843,1	+ 1,8	+ 2,5

» On voit que le résultat de la comparaison est assez satisfaisant. Je n'ai pas voulu l'étendre aux taches observées seulement pendant une rotation, parce que ces taches présentent des mouvements souvent très-irréguliers; je rapporte ci-dessous les observations d'une tache et les valeurs de ξ obtenues en comparant chaque observation à la suivante; L est la longitude comptée à partir du nœud, t le temps écoulé à partir du 1er janvier 1874.

λ.	L.	t.	ξ.
+ 20°.24'	254°.21'	263,017	
21. 1	271.20	264,128	15°.29
21. 3	284.45	265,038	14.74
20.59	312.51	267,014	14.22
20.58	327.39	268,067	14.06
+ 20.48	341.18	269,054	13.83

» ξ diminue constamment, et il est impossible de déterminer une valeur admissible des observations précédentes. Nous avons rencontré très-fréquemment cette diminution continue de ξ dans les taches qui ne durent que pendant une rotation.

» Comme je l'ai dit au commencement de cette Note, nos 985 observations des taches solaires sont entièrement réduites; on pourrait les imprimer dès aujourd'hui; j'espère que les ressources du budget de l'Observatoire de Toulouse me permettront bientôt de faire cette publication. »

CORRESPONDANCE.

M. W. Spottiswoode, nommé Correspondant pour la Section de Géométrie, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. A. Vulpian prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section de Médecine et de Chirurgie, par le décès de M. *Andral*.

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

M. J. François prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place d'Académicien libre, laissée vacante par le décès de M. *Séguier*.

(Renvoi à la future Commission.)

La **Société Industrielle de Mulhouse** invite les Membres de l'Académie à assister à la fête qu'elle compte célébrer au mois de mai prochain, à l'occasion du cinquantième anniversaire de sa fondation.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une brochure de M. *Mannheim* intitulée : « Recherches sur la surface de l'onde » ;

2° Les quatre volumes du « Traité de Mécanique », par M. *Ed. Collignon.*

M. **Léopold Delisle**, Directeur de la Bibliothèque nationale, fait hommage à l'Académie, au nom des héritiers de M. Rathery, de six Mémoires communiqués à l'Académie des Sciences par *de Beaufort, Cassini, Clairaut, de Mairan* et *de Maupertuis.* Ces manuscrits, classés par M. E. Charavay, faisaient partie de la collection de pièces autographes de M. Rathery.

Ces Mémoires seront déposés aux Archives.

M. **André** adresse à l'Académie le Rapport qui contient les résultats des observations faites à Nouméa, sur le passage de Vénus.

Ce document sera transmis à la Commission du Passage de Vénus, qui doit prendre les mesures nécessaires pour en assurer la publication.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Recherche de l'alcool vinique dans les mélanges et notamment en présence de l'esprit-de-bois;* par MM. **Alf. Riche** et **Ch. Bardy.**

« Dans une précédente Commmunication (1) nous avons fait connaître une méthode qui permet de déceler et même de doser dans une certaine mesure l'alcool méthylique en présence de l'alcool vinique.

» Aujourd'hui, nous avons l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie une solution pratique du problème inverse, la recherche de l'alcool vinique dans un mélange et spécialement dans les produits très-impurs, à base d'alcol méthylique, désignés sous le nom de *méthylènes.*

» La méthode repose sur les principes suivants. Les aldéhydes font passer au violet la couleur rouge de la fuchsine, c'est-à-dire des sels de rosaniline [M. Lauth (2)].

(1) *Comptes rendus*, t. LXXX, p. 1076; 1875.

(2) *Répertoire de Chimie appliquée*, t. III, p. 273; 1861.

» D'après nos expériences, le méthylal, l'acétal possèdent la même propriété. Cette couleur résiste énergiquement à l'action de l'acide sulfureux qui décolore la fuchsine avec facilité.

» Comme l'aldéhyde vinique se produit dans un grand nombre de circonstances, et que, au contraire, l'aldéhyde méthylique semble ne se former que dans des conditions toutes spéciales, nous avons pensé qu'on pourrait arriver à discerner la présence de l'alcool vinique dans l'alcool méthylique en produisant l'aldéhyde du premier au moyen d'agents d'oxydation, qui ne détermineraient pas la formation de l'aldéhyde méthylique.

» La distillation de ces alcools avec le permanganate de potasse et l'acide sulfurique réalise cette condition; car le produit obtenu avec l'alcool ordinaire colore la fuchsine en violet, tandis que le liquide fourni par l'alcool méthylique reste sans se colorer. Cette différence constitue un moyen de distinguer les deux alcools lorsqu'ils sont en quantité notable, mais il manque de sensibilité, parce que l'alcool vinique, sans s'oxyder aussi énergiquement que l'alcool méthylique, qui donne naissance à un abondant dégagement d'acide carbonique, fournit cependant de notables quantités d'acide acétique; pour donner au procédé l'extrême sensibilité dont il est question plus loin, il est nécessaire d'agir à froid.

» La question se complique encore lorsque l'alcool vinique est mélangé non pas à l'alcool méthylique pur, mais aux méthylènes commerciaux, parce qu'ils contiennent de l'aldéhyde vinique, et d'autres produits mal déterminés qui, colorant la fuchsine en violet, doivent rentrer dans la classe des aldéhydes. Dès lors, il est nécessaire de détruire ces matières. Nous atteignons ce but par une distillation en présence de l'acide sulfurique, distillation qui retient aussi la glycérine et diverses substances attaquables par l'acide permanganique qui sont introduites frauduleusement dans les alcools du commerce. Nous avons imaginé à cet effet un petit alambic qui permet d'opérer en quelques instants, et cet appareil, ainsi que les réactifs, est contenu dans un nécessaire peu volumineux.

» A. *Le liquide pèse* 80 *degrés au moins à l'alcoomètre.* — C'est le cas de tous les alcools commerciaux. On en prend 4 centimètres cubes qu'on verse dans le ballon de l'alambic où l'on fait tomber ensuite avec précaution 6 centimètres cubes d'acide sulfurique ordinaire. Après avoir chauffé un instant ce vase à la main, on ajoute 10 centimètres cubes d'eau, on ferme l'appareil, on chauffe, et l'on recueille 7 à 8 centimètres cubes dans l'éprouvette graduée où l'on a mis 10 centimètres cubes d'eau. On introduit dans l'éprouvette 5 centimètres cubes d'acide sulfurique à 21 degrés B., et

10 centimètres cubes de permanganate de potasse à 4 degrés B. Après trois à cinq minutes, le liquide ayant fortement bruni, on y verse 4 centimètres cubes d'hyposulfite de soude à 33 degrés B., puis 4 centimètres cubes d'une solution de fuchsine à 2 centigrammes par litre.

» B. *Le liquide pèse moins de* 80 *degrés à l'alcoomètre.* — On l'étend d'eau de façon à l'amener à 5 degrés, on en prend 30 centimètres cubes qu'on distille avec 10 centimètres cubes d'acide sulfurique, et l'on en recueille 12 centimètres cubes qu'on additionne successivement de 4 centimètres cubes d'acide et des autres réactifs à la dose donnée ci-dessus.

» Dans ces conditions l'esprit-de-bois donne un liquide blanc jaunâtre, tandis que, s'il est accompagné d'alcool vinique, la liqueur prend des colorations violacées d'autant plus intenses que ce dernier est en plus grande quantité. L'opération dure quelques minutes. La mesure des réactifs se fait sans difficulté, parce que l'éprouvette porte des traits correspondant aux quantités à introduire.

» L'acétone, l'acide formique, l'alcool isopropylique ne fournissent pas de coloration dans les conditions qu'on vient d'indiquer. Il n'en est pas de même des alcools propylique, butylique et amylique; ce fait n'a pas d'importance dans la pratique, parce que ces alcools n'existent pas à l'état isolé dans le commerce et ne se rencontrent que dans l'alcool vinique; cependant nous avons tenu à résoudre la question, même dans ce cas exceptionnel. L'alcool est ramené à 5 degrés, et traité successivement par 5 centimètres cubes d'acide, 5 centimètres cubes de permanganate, 2 centimètres cubes d'hyposulfite et 4 centimètres cubes de couleur; les alcools méthylique, butylique et amylique donnent une liqueur jaune soufre; l'alcool propylique fournit une teinte gris verdâtre, et l'alcool vinique produit la coloration violette. Cette réaction est tellement sensible, qu'il n'est pas téméraire de penser que la légère nuance obtenue avec l'alcool propylique est due à des traces d'alcool vinique restant dans le liquide.

» La recherche de l'alcool vinique dans l'eau peut se faire aisément, dans un cours, par exemple, sans qu'il soit nécessaire de faire usage des liquides titrés dont on a indiqué la composition. On prend quelques centimètres cubes d'alcool qu'on étend de leur volume d'eau environ. On ajoute trois à quatre gouttes d'acide sulfurique, quelques centimètres cubes de permanganate de potasse; puis, lorsque le mélange s'est troublé après une ou deux minutes, on décolore la liqueur par de l'hyposulfite de soude. Si l'on y introduit alors un peu de fuchsine très-étendue, le liquide se colore en violet instantanément, ou au bout de quelques minutes si la dose

d'alcool était très-faible, tandis que l'eau pure, traitée de la même façon, *donne* un liquide jaune soufre.

» La sensibilité de cette réaction est telle, qu'elle permet de reconnaître dans l'eau la présence d'une quantité d'alcool vinique moindre que 1 millième. »

BOTANIQUE. — *Sur les spermaties des Ascomycètes, leur nature, leur rôle physiologique.* Note de M. **Max. Cornu**, présentée par M. Decaisne.

« Le polymorphisme des Champignons est aujourd'hui considéré comme une vérité indiscutable; les magnifiques travaux de M. Tulasne ont établi ce fait sur des bases tellement solides qu'il ne peut plus être ébranlé désormais. Le splendide ouvrage qui réunit et résume ces recherches, poursuivies pendant de longues années, est le *Selecta Fungorum Carpologia*.

» On y voit que les Ascomycètes possèdent quatre modes de reproduction : 1° des thèques, contenant des spores en général au nombre de huit; 2° des stylospores; 3° des spermaties; 4° des conidies.

» Les spermaties ont été considérées d'abord, par M. Tulasne, comme des corpuscules fécondateurs; leur nombre immense, leur petite taille, la présence d'autres spores germant avec rapidité, la facilité avec laquelle l'eau délaye la gomme qui les réunit et peut ainsi les entraîner, la nécessité d'un acte fécondateur, évidente pour la formation des périthèces, ont fait admettre cette hypothèse. Ce qui appuyait cette manière de voir, c'était principalement le refus d'entrer en germination, dans les conditions où les trois autres sortes de spores se développent aisément.

» Un travail soumis, il y a déjà trois années, au jugement de l'Académie (1), montrait que cette théorie pouvait être combattue par de solides raisons. M. Tulasne, lui-même, l'avait renversée, pour ainsi dire, de ses propres mains, en exposant le développement du *Pyronema confluens* et d'autres Discomycètes, développement dû à la conjugaison de deux sortes d'organes, l'un mâle et l'autre femelle.

» J'ai pu obtenir la germination, d'une façon très-complète, dans certains

---

(1) *Réponse à la question proposée : Étude de la fécondation dans la classe des Champignons;* M. Brongniart, rapporteur (*Comptes rendus*, séance du 21 juin 1875, p. 1468). Le Mémoire fut remis à la fin de mai 1873; il contenait une étude de la fécondation chez les Ascomycètes, des spermaties chez les Urédinées et les Ascomycètes; recherches que j'avais poursuivies seul, tandis que mon ami, M. Roze, s'était réservé la difficile question des Basidiomycètes. L'Académie voulut bien accorder un encouragement à ce travail.

cas, des spermaties, considérées jusqu'alors comme dépourvues de la faculté germinative; dans d'autres cas, la modification considérable de ces petits corps sous l'action de l'eau et de la chaleur réunies à celle de l'oxygène de l'air, alors que ces agents étaient réputés sans effet, montre que les spermaties sont probablement capables de produire un mycélium, comme les autres spores. Parfois, l'action de l'eau pure suffit pour les faire entrer en végétation; dans d'autres cas, et le plus souvent, il est nécessaire d'ajouter des éléments nutritifs. En étudiant avec soin le *Carpologia*, il est facile de voir que l'auteur avait déjà obtenu lui-même quelquefois cette germination (*Dothidea melanops*, *Cenangium Ribis*, etc.); de là sont nées des locutions qui se représentent plus d'une fois à propos de ces spermaties anomales, désignées alors sous le nom de *microstylospores, microconidies* ou *stylospores spermatiformes.* Dans plusieurs genres, il existe des stylospores spermatiformes chez certaines espèces, tandis que chez d'autres espèces voisines se montreraient exclusivement aussi des spermaties véritables; je me suis attaqué à ce dernier cas et j'ai pu (*Valsa ambiens, V. salicina*) obtenir un développement de ces petits corps qui doivent donc être considérés comme de même ordre que les autres.

» Quand les stylospores ne sont plus renfermés dans des cavités, leur forme homologue prend le nom de *chlamydospores* ou *macroconidies*; les *microstylospores* sont désignés simplement sous le nom de *conidies.* En s'appuyant sur ce qui vient d'être dit plus haut, on voit que les conidies sont les représentants des spermaties qui seraient libres et non plus renfermées dans une cavité spéciale. Si l'on étudie avec soin les diverses formes d'appareils conidiaux ou spermatiophores, on voit qu'ils présentent un grand nombre de formes qui passent des unes aux autres d'une façon insensible. Les transitions les plus importantes nous sont fournies par le genre *Hypomyces,* qui nous conduit d'une forme imitant les arbuscules spermatiophores aux formes compliquées des Mucédinées (*Selenosporium* et *Fusisporium*) : il suffit d'étudier les *H. ochraceus* et *H. rosellus* pour s'en convaincre facilement. Ces conclusions seront exposées en détail et avec figures à l'appui dans un Mémoire spécial qui sera bientôt publié. C'est à la forme spermatiophore qu'il faut rattacher les conidies des *Verticillium, Acrostalagmus, Penicillium, Acremonium, Cylindrophora,* etc., qui ne sont probablement tous, ainsi que cela a été démontré pour quelques-uns, que des formes d'Ascomycètes. C'est aussi comme des spermaties qu'il faut considérer les conidies des *Nectria*, *Nummularia*, *Torrubia*, *Xylaria, Poronia*, etc.

» La germination des spermaties permet de formuler deux conclu-

sions intéressantes : la première est relative à l'ancienne théorie de la fécondation, qui doit aujourd'hui être abandonnée; la deuxième est plus importante. Elle nous permet, en effet, d'apporter une simplification considérable à l'étude du grand groupe des Ascomycètes; elle réunit en une seule deux formes reproductrices en apparence assez semblables, mais qui, physiologiquement, ne pouvaient être comparées : elles peuvent l'être aujourd'hui. Ce sont deux formes homologues, et une foule d'intermédiaires les réunissent. Ce qui distingue les spermaties *vraies*, c'est leur petitesse : elles semblent avoir été allégées de la réserve de nourriture que toute spore emporte en général avec elle pour pourvoir à son premier développement dans l'air humide. Elles doivent tomber sur un substratum approprié, sans quoi elles ne peuvent se développer. Les conidies, au contraire, germent aisément; mais ce qui les réunit aux précédentes, c'est leur production acrogène, leur enveloppe mince et simple, la profusion immense avec laquelle elles sont produites, leur rôle de dissémination, si évident chez les formes mucédinées des Ascomycètes, dissémination qui, pour les conidies, peut s'accomplir à l'aide du vent, pour les spermaties vraies par l'eau et les oiseaux.

» Cette simplification du nombre des organes reproducteurs donne une grande unité au polymorphisme des Ascomycètes; il sera possible désormais de comparer entre elles les formes asexuées. Inutiles pour la classification et le rapprochement des genres et espèces (qui étaient réunis jusqu'ici, en général, uniquement par le port ou la disposition des conceptacles ascophores), les conidies ou spermaties donneront des indications précieuses dans certains cas; les études morphologiques pourront fournir quelques données sur les Mucédinées qui devront se ranger parmi les Ascomycètes et quitter leur groupe si hétérogène, et qui contient encore un trop grand nombre de représentants. Il était singulier, dans l'hypothèse d'un rôle fécondateur, de voir les spermaties manquer dans beaucoup de genres, et notamment chez les plus volumineuses espèces, *Hypocrea, Xylaria, Torrubia*, etc.; les spermaties et les conidies sont morphologiquement identiques, ce sont deux formes homologues ayant le même rôle et différant à peine les unes des autres : ces deux termes doivent être tenus pour synonymes (1). Avec cette explication, le mot de *spermatie* peut et doit subsister dans cette partie de la science que M. Tulasne a enrichie de si remarquables découvertes. »

---

(1) Dans le Mémoire qui paraîtra sur ce sujet, on précisera plus exactement les genres sur

M. **Ville** adresse, par l'entremise de M. le Ministre de l'Instruction publique, un Mémoire manuscrit sur les puits artésiens de la province d'Alger. Le Mémoire est accompagné d'une carte géologique des bassins artésiens de la province d'Alger et de planches indiquant les coupes des principaux sondages.

(Commissaires : MM. Ch. Sainte-Claire Deville, Daubrée, Belgrand.)

M. **Lailler** adresse une réclamation de priorité, à propos d'une Communication de M. Is. Pierre (1), sur la matière colorante des fruits du Mahonia. Il rappelle qu'il avait déjà indiqué, en 1869, que le suc des fruits de Mahonia « pouvait être avantageusement utilisé pour augmenter la couleur des sucs acides rouges employés comme boissons ».

(Renvoi à l'examen de MM. Decaisne et Peligot.)

MM. **A. Borel**, **J. Laureau**, **L. La Selve**, **É. Parmentier**, **E. Pinard**, **A. Wacquez** adressent des Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. **L. Lerolle** adresse une Note sur une division du règne végétal en neuf grandes classes naturelles.

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures. J. B.

---

lesquels ont porté les études de ceux chez lesquels les divers organes ont été étudiés. Il ne s'agit ici que des appareils conidiophores réguliers et normaux. Il n'a pas été question des Lichens; je n'ai pu, à mon grand regret, poursuivre ces études aussi complétement qu'il eût été nécessaire : la germination n'a pu être observée dans ce groupe. Cette lacune est d'autant plus regrettable que la fécondation par le moyen des spermaties a été remise en question il y a deux ans par M. Stahl, de Strasbourg. (*Bot. Zeit.*, 1874.)

(1) *Comptes rendus*, séance du 6 décembre 1875.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 3 AVRIL 1876.

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844; t. LXXXII (2e partie). Paris, imp. nationale, 1876; in-4°.

Mémoires de l'Académie de Metz; LVe année, 1873-1874. Metz, Ballet, 1875; in-8°.

Mémoires de la Société d'Agriculture, Commerce, Sciences et Arts du département de la Marne; année 1873-1874. Châlons-sur-Marne, imp. T. Martin, 1875; in-8°.

Mémoires de la Société d'Agriculture, de Sciences et Arts séant à Douai; 2e série, t. XII, 1872-1874. Douai, Lucien Crépin, 1875; in-8°.

Mémoires de la Société académique d'Agriculture, des Sciences, Arts et Belles-Lettres du département de l'Aube; t. XI, 3e série, année 1874. Troyes, Dufour-Bouquot, 1875; in-8°.

Annales de la Société d'Émulation du département des Vosges; t. XV, 1er cahier. Épinal, V. Collot, Paris, A. Goin, 1875; in-8°.

Annales de la Société académique de Nantes et du département de la Loire-Inférieure; 1875, 1er semestre. Nantes, imp. Mellinet, 1875; in-8°.

Recueil des actes du Comité médical des Bouches-du-Rhône; 1874-1875, 24e année, t. XIV. Marseille, typog. Cayer, 1875; in-8°.

Recueil des publications de la Société nationale havraise d'études diverses de la 40e année; 1873. Le Havre, imp. Lepelletier, 1875; in-8°.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Lyon. Classe des Lettres; t. XVI. Paris, Durand; Lyon, Ch. Palud, 1874-1875; in-8°.

Bulletin de la Société des amis des Sciences naturelles de Rouen; 1er semestre 1875. Rouen, imp. L. Deshays, 1875; in-8°.

Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Toulouse; 9e année; 1874-1875, 2e et 3e fascicules, juillet et octobre 1875. Paris, E. Savy, 1875; 2 liv. in-8°.

Bulletin de la Société académique de Brest; 2e série, t. II, 1874-1875. Brest, imp. Roger père, 1875; in-8°.

JACOB DE CORDEMON. *Rapport de la Commission chargée d'étudier la catastrophe du Grand Sable à Salazie.* Saint-Denis (Réunion), 1876; br. in-8°.

Les militaires blessés et invalides, leur histoire, leur situation en France et à l'étranger; par le comte DE RIENCOURT, Paris, J. Dumaine. 1875; 2 vol. in-8°.

Manuel des blessés et malades de la guerre; par le comte DE RIENCOURT Paris, J. Dumaine, 1876; in-18.

Ces deux ouvrages sont adressés par l'auteur au Concours de Statistique, 1876.

Traité de Mécanique; par Ed. COLLIGNON. Paris, Hachette et C^ie^, 1873-1876; 4 vol. in-8°.

La photolithographie, son origine, ses procédés, ses applications; par G. FORTIER. Paris, Gauthier-Villars, 1876; 1 vol. in-12.

Le Phylloxera ailé et sa descendance. Traitement; par M. P. BOITEAU. Libourne, Th. Redeuilh, 1876; br. in-8°. (Renvoi à la Commission.)

F.-A. FOREL. *De la sélection artificielle dans la lutte contre le Phylloxera de la vigne.* Montpellier, imp. centrale du Midi, 1876; 4 pages in-8°. (Renvoi à la Commission.)

Le Phylloxera dans le département de la Gironde; par M. le D^r^ AZAM. Paris, Imp. nationale, 1876; in-4°. (Extrait des *Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des Sciences.*)

Du Mahonia ilicifolia *étudié au point de vue industriel et agricole; par* M. A. LAILLER. Rouen, imp. E. Cagniard, 1869; opuscule in-8°.

De la parole considérée au double point de vue de la physiologie et de la grammaire; par M. L. VAÏSSE. Paris, F. Didot, 1853; opuscule in-8°.

Historique et principes de l'art d'instruire les sourds-muets; par L. VAÏSSE. Paris, Hachette et C^ie^, 1865; br. in-8°.

Principes de l'enseignement de la parole aux sourds-muets de naissance. Paris, Hachette et C^ie^, 1870; br. in-8°.

Simples réflexions sur quelques questions de détail dans la pratique de l'éducation des enfants atteints de surdi-mutité; par L. VAÏSSE. Paris, Hachette et C^ie^, 1872; br. in-8°.

L'éducation des sourds-muets dans les institutions départementales; par M. L. VAÏSSE. Rodez, imp. Carrère, sans date; br. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

Dans la séance du lundi 3 avril, M. le **Président** a annoncé à l'Académie la perte douloureuse qu'elle avait faite dans la personne de M. *Balard*, Membre de la Section de Chimie, dont les obsèques venaient d'avoir lieu le jour même. M. Balard appartenait à l'Académie depuis l'année 1844.

La séance publique a été levée immédiatement après le dépouillement de la Correspondance.

SÉANCE DU LUNDI 10 AVRIL 1876.

PRÉSIDENCE DE M. LE VICE-AMIRAL PÂRIS.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Critique expérimentale sur la formation du sucre dans le sang ou sur la fonction de la glycémie physiologique;* par M. **Claude Bernard**.

« Dans mes deux précédentes Communications des 10 et 17 janvier (1), j'ai abordé l'histoire critique expérimentale de la formation du sucre chez les animaux. Je viens aujourd'hui reprendre cette étude, interrompue par des circonstances indépendantes de ma volonté.

---

(1) *Comptes rendus*, p. 114 et 173 de ce volume.

» Je me propose, dans ce travail, d'établir le phénomène de la glycémie physiologique, en montrant que, chez l'homme et les animaux, le sucre est un élément constant du fluide sanguin et en faisant voir en outre que ce principe sucré se détruit et se régénère incessamment dans le sang, au moyen d'une véritable fonction physiologique réglée par le système nerveux. La démonstration de la glycémie, ainsi comprise, exige à la fois une exposition claire des faits nouveaux et une critique précise des faits anciens.

» C'est à titre de produit pathologique qu'on a d'abord signalé la présence du sucre dans le sang de l'homme. Après que le célèbre médecin anglais, Willis, eut, il y a deux siècles (1647) (1), attiré l'attention des pathologistes sur la qualité sucrée des urines des diabétiques on voulut remonter à la cause de cette altération des urines et l'on eut l'idée que le sang des malades diabétiques pourrait bien lui-même aussi être sucré : c'est le professeur Dobson, de Westminster, qui paraît le premier, en 1775 (2), avoir eu la pensée de faire cette recherche, et, depuis lui jusqu'à nos jours, la présence du sucre dans le sang des diabétiques a été une question admise ou débattue parmi les médecins et les chimistes.

» Pour expliquer la présence de cette matière sucrée du sang, on admit d'abord qu'elle apparaissait pathologiquement dans l'organisme sous l'influence d'un état morbide, soit du sang, soit du rein, soit de l'appareil intestinal.

» Mais la Physiologie vint apprendre ensuite qu'à l'état de santé la digestion naturelle des aliments féculents donne naissance dans l'intestin à de la matière sucrée qui est absorbée avec le chyle et déversée dans le sang. Tiedemann et Gmelin signalèrent les premiers ce fait dans leurs recherches sur la digestion, publiées en 1827 (3).

» Après cette découverte, il fallut bien renoncer à considérer la matière sucrée comme un produit nécessaire de la maladie et admettre la possibilité du passage normal du sucre alimentaire dans le sang.

» En 1848, ainsi qu'on le sait déjà, je découvris la fonction glycogénique du foie, et je vins montrer que la glycémie ou la présence du sucre dans le sang qui s'y rattache est complétement indépendante de l'état pa-

(1) Th. Willis, *Pharmaceutæ rationalis sive diatriba de medicamentorum operationibus ni humano corpore;* Oxford. *Opera omnia;* Amstelodami, 1862, t. II, p. 64.

(2) Dobson (Mathew), *Experiments and observat. on the urine in a diabetes* (*Med. obs. by a Society of physicians in London,* 1775, p. 298.

(3) *Recherches expérimentales physiologiques et chimiques sur la digestion*, t. I, p. 199 et suivantes, traduction de Jourdan; Paris, 1827.

thologique et de la nature de l'alimentation. C'est pourquoi j'ai caractérisé cette troisième et dernière période de la question en la désignant sous le nom de période de la *glycémie physiologique*, voulant bien indiquer par là que, au lieu d'être un phénomène anormal ou accidentel, la glycémie ou la présence du sucre dans le sang se ramène à une véritable fonction physiologique.

» Mais j'ai ajouté que, pour établir scientifiquement la glycémie physiologique, il ne fallait pas seulement apporter des faits et des expériences incontestables : il fallait encore, à l'aide de ces connaissances nouvelles, faire la critique des opinions et des faits antérieurs, de manière à les réduire et à les comprendre dans les derniers résultats obtenus. Ce travail de critique expérimentale est aujourd'hui absolument nécessaire aux progrès de la science physiologique. Je vais donc l'entreprendre pour la glycémie, en suivant les différentes phases que la question a parcourues et en essayant de montrer que les résultats nouveaux que je ferai connaître expliquent ou suppriment de la science, comme n'ayant plus de raison d'y être conservées, toutes les recherches contradictoires faites avant moi sur le même sujet.

» Les médecins et les chimistes qui ont recherché la présence du sucre dans le sang se sont divisés en plusieurs camps : les uns, tels que Dobson, Rollo, Ambrosiani (1), Mac-Gregor, admirent la présence du sucre dans le sang des diabétiques; les autres, tels que Nicolas et Geudeville, Vauquelin et Ségalas (2), Henry et Soubeiran (3) la nièrent; enfin un troisième groupe d'observateurs, tels que Wollaston (4), Bouchardat (5), avancèrent que la présence du sucre dans le sang des diabétiques n'est pas une chose constante. Que penser de ces opinions diverses et même opposées? Faut-il les admettre toutes comme étant fondées sur l'observation de faits réellement contradictoires? Certainement non; car les phénomènes de la nature, par eux-mêmes, ne sauraient jamais être en contradiction : ce sont les opinions erronées des hommes qui seuls se contredisent; et, à ce sujet, on confond presque toujours l'interprétation des faits avec les faits eux-mêmes. Quand on dit, par exemple, qu'il y a ou qu'il n'y a pas de sucre dans le sang des diabétiques, on n'exprime pas un fait, comme on semble le croire :

(1) AMBROSIANI, *Annal. universal. de medec.*; Milano, 1835.
(2) *Note sur le diabète sucré* (*Journ. de Chimie médicale*, t. I, p. 1; 1825).
(3) *Journal de Pharmacie*, t. XII, p. 320; Paris, 1826.
(4) *On the existence of sugar in the blood, etc.* (*Philosoph. Mag.*, t. XXXVII, p. 79).
(5) *Revue médicale*, p. 321; 1839.

on émet simplement une opinion ou une interprétation déduite de l'emploi de méthodes ou de procédés de recherches qui constituent seuls les faits nécessaires à connaître pour porter un jugement sur l'opinion exprimée. Or nous allons voir que les méthodes expérimentales, et par conséquent les interprétations qu'on en a tirées, sont fautives aussi bien de la part de ceux qui ont affirmé que de ceux qui ont nié la présence du sucre dans le sang. Je ne fatiguerai pas l'Académie par les détails de mon examen critique (1), je m'arrêterai seulement à quelques indications générales qui seront relatives : 1° aux procédés chimiques mis en usage pour la recherche du sucre dans le sang; 2° aux conditions physiologiques dans lesquelles le sang a été examiné; 3° enfin à l'influence que les idées théoriques régnantes ont exercée sur la direction des recherches.

» Relativement aux procédés chimiques de la recherche du sucre dans le sang, il y a des auteurs, tels que Dobson, Wollaston, Bouchardat, qui n'indiquent pas la manière dont ils ont opéré; leur opinion se réduit ainsi à une simple assertion qui ne repose sur aucune démonstration. Vauquelin et Ségalas ont opéré sur le sang après sa coagulation et vingt-quatre heures après la saignée. Ils ont fait un extrait alcoolique dans lequel, disent-ils, ils n'ont pas reconnu la saveur sucrée. Henry et Soubeiran ont également examiné le sang après sa coagulation et en ont fait de même un extrait alcoolique dans lequel ils n'ont pu constater le sucre ni par la saveur sucrée ni par la fermentation. Quant au professeur de Pavie, Ambrosiani, il a procédé autrement : il a coagulé le sang par la chaleur après l'avoir étendu d'une certaine quantité d'eau; il a séparé, par le filtre, la partie coagulée et a obtenu un liquide rougeâtre dont il a précipité encore les matières albuminoïdes par l'acétate de plomb. Il s'est débarrassé ensuite de l'excès de plomb par un courant d'hydrogène sulfuré et a achevé de clarifier en faisant bouillir avec une solution aqueuse de blanc d'œuf battu. Le liquide final étant concentré par l'évaporation, il y constata la présence du sucre à l'aide de la fermentation. Mac-Gregor a suivi la même méthode et, comme Ambrosiani, il a constaté l'existence du sucre dans le sang.

» Sans doute, en tant que procédé chimique, la précipitation du sang par l'alcool, mise en usage par Vauquelin et Ségalas, par Henry et Soubeiran, est un bon moyen de séparer le sucre qui reste dissous dans l'extrait alcoolique; mais notre objection portera ici sur les conditions physiologiques dans lesquelles le sang a été examiné, et nous dirons immédiate-

(1) *Revue scientifique*, nos 22 et 23; année 1874.

ment que la destructibilité du sucre dans le sang est si grande qu'une recherche faite vingt-quatre heures après la saignée, comme l'ont pratiquée les observateurs que nous venons de nommer, n'a aucune valeur : il faut agir sur le sang chaud au sortir des vaisseaux. Nous verrons plus loin que toute l'exactitude des résultats chimiques dans le sujet qui nous occupe dépend des conditions physiologiques dans lesquelles on s'est placé : ce qui prouve une fois de plus, comme nous ne cessons de le répéter, que la Chimie biologique reste complétement incertaine si elle n'a pas la Physiologie elle-même pour base. Quant aux analyses positives d'Ambrosiani et de Mac-Gregor, elles peuvent, comme les autres, pécher par les conditions physiologiques, mais elles sont en outre passives d'une cause d'erreur grave qui tient au procédé chimique lui-même. En effet, dans ce procédé, on clarifie le liquide dans lequel on recherche le sucre avec du blanc d'œuf. Or nous savons aujourd'hui (1) que le blanc d'œuf renferme du sucre (glycose), et en plus forte proportion que le sang lui-même. Il n'est donc pas étonnant qu'Ambrosiani et Mac-Gregor aient trouvé du sucre dans le sang, puisque, sans s'en douter, ils en ajoutaient par le fait du procédé de recherche qu'ils ont mis en usage.

» En résumé, de tout ce que nous venons de dire, il résulte que les expériences au moyen desquelles les auteurs précédemment cités ont cru pouvoir nier ou affirmer la présence du sucre dans le sang chez les diabétiques n'ont réellement aucune valeur scientifique ; elles doivent être rayées de la science et répudiées comme des essais, des tâtonnements entachés d'erreur qui ne méritent plus que l'oubli.

» Nous n'en dirons pas autant des expériences de Tiedemann et Gmelin. Ces expérimentateurs ont agi sur le chyle, le sang frais du chien, au sortir des vaisseaux ; ils ont précipité les matières coagulables par l'alcool et reconnu la présence du sucre dans l'extrait alcoolique repris par l'eau, au moyen de la fermentation. Magendie n'indique pas comment la recherche du sucre a été faite dans ses expériences ; mais je sais et je puis dire que le sang a été coagulé au sortir des vaisseaux par l'eau bouillante et le sucre constaté à l'aide du réactif cupropotassique, soit directement, soit après évaporation et concentration. Les expériences de Tiedemann et Gmelin, ainsi que celles de Magendie, restent donc exactes comme faits bruts, mais l'interprétation qui les faisait rattacher à une alimentation amylacée ou sucrée est au contraire erronée.

---

(1) BERNARD et BARRESWIL, *Compte rendu de la Société de Biologie*.

» Cette réflexion nous conduit tout naturellement à examiner notre troisième point de la critique expérimentale : je veux parler de l'influence que les idées théoriques, soit généralement régnantes, soit spéciales à l'investigateur, exercent sur l'interprétation et la direction des recherches.

» Une idée admise dès l'antiquité, et qu'on avait pris l'habitude de considérer comme une sorte d'axiome ou de vérité démontrée, est que le sucre était l'apanage exclusif du règne végétal; aussi, quand les médecins virent cette substance apparaître dans les urines ou dans le sang des diabétiques, ils expliquèrent sa présence par un état pathologique, par un trouble profond qui avait, en quelque sorte, transformé les fonctions animales en fonctions végétales, en empêchant l'animalisation ou l'assimilation de l'azote des aliments. Plus tard, quand l'expérimentation physiologique vint démontrer que le sucre se rencontre dans les liquides intestinaux et dans le sang à la suite de la digestion des aliments féculents, on considéra cette glycémie comme le résultat exclusif de l'alimentation végétale, et cela toujours en vertu de la même idée régnante, que les végétaux seuls étaient capables de former du sucre. Cette idée était même si puissante qu'on n'eut pas la pensée de rechercher, à titre de contrôle, si le sang d'un homme ou d'un animal nourri de viande était ou non privé de matière sucrée.

» Et cependant, en nous plaçant au point de vue rigoureux de la méthode expérimentale, ce contrôle était absolument nécessaire; car, pour prouver que le sucre de sang provenait bien des matières amylacées, il ne suffisait pas d'avoir rencontré du sucre dans le sang des animaux nourris avec de la fécule, mais il fallait, d'autre part, démontrer qu'il n'en existait pas dans le sang des animaux privés de matières amylacées dans leurs aliments. Les préceptes de la méthode expérimentale, auxquels on doit se soumettre comme à une consigne rigoureuse, exigeaient, je le répète, cette expérience de contrôle, qui eût rectifié immédiatement la conclusion erronée tirée des expériences.

» Je n'ai pas agi autrement : c'est en faisant cette simple expérience de contrôle que j'ai trouvé qu'il y a toujours du sucre dans le sang de tous les animaux, quelle que soit la nature de l'alimentation, et même en l'absence de toute alimentation, c'est-à-dire après une abstinence prolongée. Ainsi, on le voit, les difficultés de cette découverte ne résidaient pas, à vrai dire, dans les imperfections des analyses chimiques ou des procédés d'expérimentation physiologique, mais principalement dans la pression d'une idée régnante dont il fallait se dégager à l'aide de la méthode expérimentale. Si

j'insiste, dès à présent, sur ce point, c'est afin de montrer que, dans nos études de critique expérimentale, que je désire poursuivre sur beaucoup d'autres parties de la science physiologique, nous n'aurons pas seulement à considérer les méthodes et les procédés manuels d'expérimentation que nous employons, mais aussi et surtout les conditions physiologiques des expériences, ainsi que les théories et les tendances de l'esprit qui nous dirigent dans nos investigations. J'ai déjà traité longuement de ces questions de méthode (1) et je n'ai pas à y revenir; je me bornerai à rappeler que dans la science des êtres vivants, la seule dont il s'agisse ici, les théories sur lesquelles l'expérimentateur peut s'appuyer sont encore si incertaines qu'il doit toujours en douter et garder toute sa liberté d'esprit pour ne s'attacher qu'au seul principe de certitude scientifique que nous ayons, le déterminisme absolu des phénomènes.

» Pour aujourd'hui, je m'arrêterai à l'historique de la question. Dans ma prochaine Communication, j'entrerai dans l'examen des conditions chimiques et physiologiques qu'il est nécessaire de remplir pour donner la démonstration expérimentale rigoureuse de la glycémie physiologique. »

MAGNÉTISME. — *Solution analytique du problème de la distribution dans un aimant;* par M. J. JAMIN.

« J'ai précédemment étudié par le contact d'épreuve la loi de distribution du magnétisme dans un faisceau de lames superposées (2). J'ai trouvé qu'elles gardent toutes un magnétisme égal, c'est-à-dire que le faisceau est uniformément aimanté dans toute sa masse et que la distribution extérieure est donnée par une formule qu'on peut écrire

$$y = \mathrm{A}k\sqrt{\frac{s}{p}}\left(1 - e^{-k\sqrt{\frac{p}{s}}2l}\right)\left[e^{-k\sqrt{\frac{p}{s}}x} - e^{-k\sqrt{\frac{p}{s}}(2l-x)}\right] \tag{1}$$

A et k étant deux constantes, s, p, $2l$ étant la section, le périmètre et la longueur du barreau. Dans le cas où cette longueur peut être considérée comme infinie, la formule se réduit à

$$y = \mathrm{A}k\sqrt{\frac{s}{p}}\, e^{-k\sqrt{\frac{p}{s}}x} \tag{2}$$

» Je vais justifier ces résultats par une théorie.

---

(1) *Voir* mon *Introduction à l'étude de la Médecine expérimentale*, 1865.

(2) *Comptes rendus*, t. LXX, p. 1553, et t. LXXI, p. 177.

» Je ferai remarquer d'abord que, pour établir les lois de la conductibilité calorifique, Fourier n'eut besoin de faire aucune hypothèse sur la nature de la chaleur : il se contenta d'admettre que la quantité de chaleur qui traverse une tranche intra-moléculaire est proportionnelle à la différence de température des molécules que cette tranche sépare. Plus tard, Ohm ne fit que reproduire la même idée pour découvrir les célèbres lois qui portent son nom ; il admit que la quantité d'électricité qui passe à travers une section d'un conducteur est proportionnelle à cette section et à la différence de tension. On va voir que ce même principe transporté au magnétisme conduira avec autant de sûreté aux lois de la distribution dans un barreau.

» C'est un fait connu que le magnétisme libre, celui que nous mesurons par les attractions qu'il exerce, se transmet de tranche en tranche. Ainsi, quand on place une armature de fer à l'extrémité d'un barreau de même section, une portion de ce magnétisme quitte le barreau pour se transporter sur le fer; un état d'équilibre s'établit, et, entre l'acier et le fer, il n'y a qu'une différence de tension infiniment petite dy.

» Si donc on considère une section d'un barreau à une distance x de son extrémité, on peut admettre qu'une certaine quantité de magnétisme a été transmise par conductibilité de la distance x à la distance $x + dx$, en prenant des intensités correspondantes y et $y + dy$. J'admettrai, comme l'ont fait Fourier et Ohm dans un autre ordre d'idées, que la quantité de magnétisme M ainsi transmise est proportionnelle à la section s, à la différence des tensions $-dy$ et à un coefficient spécial de conductibilité $\frac{1}{k^2}$.

$$M = -\frac{s}{k^2}dy.$$

» On peut dire, pour justifier cette hypothèse, que, si une nouvelle quantité de magnétisme M, s'ajoutant à la première, traversait la tranche considérée, elle déterminerait une nouvelle différence d'intensité dy égale à la première et qui s'ajouterait à elle, de sorte qu'il doit y avoir proportionnalité entre le magnétisme transmis et la différence de tension qui s'établit. On peut dire aussi, d'une manière plus générale, que M est une fonction de dy, qui s'annule en même temps que dy, qu'on peut développer en fonction des puissances croissantes de dy, et qu'on peut ne conserver que le premier terme de ce développement.

» On peut dire enfin que les analystes et les physiciens, ayant admis une hypothèse semblable pour l'électricité et la chaleur, ont les mêmes

raisons de la considérer comme fondée quand elle se transporte au magnétisme.

» Cela étant, reproduisons le raisonnement qu'a fait Fourier pour les barres conductrices.

» Prenons deux tranches infiniment voisines placées à des distances de l'extrémité égales à x et à $x + dx$. L'intensité magnétique avant et après la première sera y et $y + dy$; avant et après la seconde, elle sera $y + dy$ et $y + 2dy + \frac{d^2y}{dx^2}dx$; la différence des intensités, pour les points que sépare la première section, sera $-dy$; elle sera $-\left(dy + \frac{d^2y}{dx^2}dx\right)$ pour la seconde; enfin les quantités de magnétisme transmises sont

$$-\frac{s}{k^2}dy, \quad -\frac{s}{k^2}\left(dy + \frac{d^2y}{dx^2}dx\right);$$

leur différence est

$$\frac{s}{k^2}\frac{d^2y}{dx^2}dx.$$

» Or cette différence exprime la quantité de magnétisme libre restée entre les deux sections considérées; celle-ci a une intensité moyenne y, elle est répartie sur une surface pdx, elle est égale à $pydx$, et il faut qu'on ait

$$\frac{s}{k^2}\frac{d^2y}{dx^2} = py, \quad \frac{d^2y}{dx^2} = k^2\frac{p}{s}y = a^2y$$

et, en intégrant,

(3) $$y = \mathrm{M}e^{ax} + \mathrm{N}e^{-ax}.$$

C'est l'équation de Fourier; elle doit représenter à la fois la température dans une barre chauffée, et l'intensité magnétique dans un barreau.

» Pour déterminer les constantes M et N, on commencera par se rappeler que l'intensité magnétique est nécessairement nulle au milieu du barreau à une distance l,

$$0 = \mathrm{M}e^{al} + \mathrm{N}e^{-al}, \quad \mathrm{M} = -\mathrm{N}e^{-2al},$$

et, en remplaçant dans l'intégrale générale,

(4) $$y = \mathrm{N}\left[e^{-ax} - e^{-a(2l-x)}\right],$$

ce qui est la forme de fonction établie pour la première fois par Biot. La constante N va se trouver par d'autres considérations. Étudions d'abord le cas d'un aimant de longueur infinie et uniformément aimanté dans sa masse entière, ce qui est le cas de nos faisceaux de lames. Alors la formule (4) se

réduit à son premier terme. La totalité du magnétisme se trouvera en prenant l'intégrale de $y\,dx$ depuis zéro jusqu'à l'infini, et en la multipliant par le périmètre p; d'un autre côté, cette totalité sera proportionnelle au nombre de filets magnétiques que renferme le barreau, qui est proportionnel à la section moyenne s; elle peut se représenter par $\mathrm{A}s$. On a donc la relation de condition

$$\mathrm{A}s = p\int_0^\infty y\,dx = \frac{p\mathrm{N}}{a},$$

d'où

$$\mathrm{N} = \mathrm{A}\frac{s}{p}a = \mathrm{A}k\sqrt{\frac{p}{s}},$$

et l'équation de la distribution devient la suivante, qui est identique à la formule (2) que l'expérience a donnée :

$$(2) \qquad y = \mathrm{A}k\sqrt{\frac{s}{p}}\,e^{-k\sqrt{\frac{p}{s}}x}.$$

» Supposons maintenant que la barre d'abord infinie soit coupée à une longueur $2l$, tout le magnétisme qui était contenu dans la barre primitive, depuis $2l$ jusqu'à l'infini, ne pouvant plus s'y loger, se transmettra en sens inverse vers l'origine, et s'y transmettra suivant la même loi : ce sera comme s'il se réfléchissait sur lui-même; c'est ce que l'expérience a démontré. Par conséquent, la courbe du magnétisme austral sera

$$y = \mathrm{A}k\sqrt{\frac{s}{p}}\left[e^{-ax} + e^{-a(4l-x)}\right].$$

» Mais, d'autre part, la courbe de magnétisme contraire, partant de l'extrémité $x = 2l$, sera, au signe près, égale à la précédente, et son équation se trouvera en remplaçant x par $2l - x$,

$$y_1 = \mathrm{A}k\sqrt{\frac{s}{p}}\left[e^{-a(2l-x)} + e^{-a(2l+x)}\right].$$

La différence $y - y_1$ représentera l'état magnétique de la lame; elle est égale, en remplaçant a par sa valeur et en réduisant, à l'expression

$$y - y_1 = \mathrm{A}k\sqrt{\frac{s}{p}}\left(1 - e^{-k\sqrt{\frac{p}{s}}2l}\right)\left[e^{-k\sqrt{\frac{p}{s}}x} - e^{-k\sqrt{\frac{p}{s}}(2l-x)}\right],$$

qui est identique à la formule (1), que j'ai expérimentalement établie.

» Supposons que la barre soit un cylindre de rayon r, $\sqrt{\frac{p}{s}}$ devient égal

à $\sqrt{\frac{2}{r}}$. Posons $k\sqrt{2} = \mathrm{B}$, et nous aurons

$$(5) \qquad y = \frac{\mathrm{AB}}{2}\sqrt{r}\left(1 - e^{\frac{\mathrm{B}}{\sqrt{r}}2l}\right)\left[e^{-\frac{\mathrm{B}}{\sqrt{r}}x} - e^{-\frac{\mathrm{B}}{\sqrt{r}}(2l-x)}\right].$$

» Nous avons supposé que la quantité de magnétisme qui passe de x à $x + dx$ est proportionnelle à la différence de tension dy. On pourrait admettre qu'elle est proportionnelle à la fois à dy et au périmètre de la barre; elle serait alors, au lieu de $\frac{s}{k^2}dy$, égale à $\frac{s}{k^2}p\,dy$, ce qui reviendrait à dire que le coefficient k^2 n'est point constant, mais qu'il est en raison inverse de p.

» Posons $k^2 = \frac{\pi \mathrm{B}^2}{p}$, et l'équation (2) devient, en supposant la barre cylindrique,

$$(6) \qquad y = \frac{\mathrm{AB}}{2}\left(1 - e^{-\frac{\mathrm{B}}{r}2l}\right)\left[e^{-\frac{\mathrm{B}}{r}x} - e^{-\frac{\mathrm{B}}{r}(2l-x)}\right].$$

Or Biot, en s'appuyant sur des considérations tout autres et s'aidant des expériences de Coulomb, a établi autrefois une formule qui ne diffère pas sensiblement de la précédente, et que Green a retrouvée par une analyse plus générale. Cette formule diffère de la mienne en ce que $\mathrm{B}\sqrt{r}$ est remplacé par B. Il est certain qu'elle ne représente pas les intensités telles qu'on les mesure avec le contact d'épreuve; car, si l'on suppose la barre infinie, elle donne à l'extrémité $x = 0$ une intensité $\frac{\mathrm{AB}}{2}$ qui est constante et indépendante du rayon, ce qui est contraire à toutes les expériences. La mienne donne, au contraire, $y = \frac{\mathrm{AB}}{2}\sqrt{r}$, qui croît avec r, comme l'expérience le prouve.

» Cependant Biot a établi sa formule d'après les expériences de Coulomb, mais en déterminant les coefficients par la mesure des moments magnétiques, et M. Bouty a fait sur ce sujet un très-grand nombre de vérifications; d'où il faut conclure que la formule (5) exprime les racines carrées des forces d'arrachement et que l'expression (6) conduit au calcul exact des moments mesurés à distance, comme l'a fait Coulomb. M. Bouty croit avoir trouvé les raisons de cette différence en développant les idées que j'ai précédemment émises sur la conductibilité magnétique, comme on le verra par une Note ci-jointe, qu'il me charge de présenter à l'Académie (1). »

---

(1) *Voir* plus loin, à la Correspondance, page 836 de ce volume.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Végétation du maïs commencée dans une atmosphère exempte d'acide carbonique;* par M. **Boussingault.** (Extrait.)

« Lorsqu'une graine est placée dans un sol humide, le premier symptôme de la vie végétale, la germination, ne tarde pas à se manifester. La radicule apparaît d'abord, puis la tigelle; la gemmule se tuméfie, et de ses lobes sortent des feuilles à l'état rudimentaire. En suivant le germe pendant ces évolutions, on constate que de l'oxygène de l'air est transformé en acide carbonique. Bientôt la tige porte des feuilles colorées en vert. L'appareil aérien est constitué pour remplir une fonction opposée à celle de l'appareil souterrain, la racine. En effet, les feuilles, pendant le jour, prélèvent du carbone sur l'atmosphère : aussi l'organisme augmente-t-il de poids. En l'absence de la lumière, c'est le contraire qui a lieu; les feuilles mêmes perdent du carbone comme en perdent l'embryon et les racines; aussi une plante, durant son existence, est-elle soumise à deux forces antagonistes, mais inégales, tendant l'une à lui enlever, l'autre à lui fournir de la matière. Dans l'obscurité, seule, la force éliminatrice persiste. Ainsi des pois, du froment, mis à germer dans une chambre noire, ont donné, en six semaines, la température étant de 15 à 20 degrés, des plants grêles, rampants, à peine colorés, gorgés d'eau et ne renfermant pas au delà des 0,40 du carbone initial de la graine.

» L'indice de l'assimilation, de l'accroissement est donc, dans les végétaux supérieurs, la coloration des feuilles, en un mot, l'apparition de la chlorophylle. De ces faits, que j'ai dû rappeler sommairement, il résulte que, la lumière n'agissant qu'en présence de l'acide carbonique, une plante, dans une atmosphère exempte de ce gaz, devrait se comporter comme si elle était plongée dans l'obscurité. Cependant il est constant que, dans cette situation, il est telle semence qui donne naissance à un végétal portant des feuilles colorées en vert et qui, dans une certaine limite, se développe comme à l'air libre, source intarissable d'acide carbonique. On doit alors se demander comment s'accomplit cette végétation, comment s'organisent les tiges, les feuilles dans un milieu privé de carbone. L'expérience que je vais décrire répondra, je crois, à cette question.

» Dans un flacon plein d'air privé d'acide carbonique, d'une capacité de 10 litres, fermant à l'émeri, au fond duquel on avait déposé une couche de sable quartzeux, lavé, calciné et humecté ensuite avec de l'eau distillée bouillie pour en expulser les gaz, on a mis deux graines de maïs pesant ensemble $0^{gr},846$.

» Deux autres graines de même origine, du poids de $0^{gr},885$, ont été analysées.

» I. — *Dosage de l'eau :*

Graines	$\overset{gr}{0,885}$
Après dessiccation	0,777
Eau	0,108

» On trouva, pour la composition du maïs sec :

Carbone	$\overset{gr}{0,4447}$
Hydrogène	0,0636
Oxygène	0,4583
Azote	0,0154
Cendres	0,0180
	1,0000

» Le 1[er] août, on avait introduit dans le flacon les deux graines pesant $0^{gr},846$; desséchées, elles eussent pesé $0^{gr},7428$ et auraient contenu :

Carbone	$\overset{gr}{0,3303}$
Hydrogène	0,0473
Oxygène	0,3404
Azote	0,0114
Cendres	0,0134
	0,7428

» Les graines commencèrent à germer deux jours après avoir été enfouies dans le sable humide. Les plants se développèrent comme ils l'eussent fait à l'air libre.

» Le 15 septembre au matin, chaque plant de maïs portait trois feuilles bien constituées, d'un vert foncé, et une feuille naissante. Les tiges avaient 24 centimètres de hauteur. Ainsi qu'il arrive dans un sol pauvre, les racines prirent une extension extraordinaire; une des fibres détachée du chevelu mesurait 40 centimètres. On ne voyait aucune moisissure. La capacité limitée de l'appareil devint un obstacle à l'extension du végétal; les feuilles, à leur extrémité, se repliaient sur elles-mêmes. Les substances minérales appartenant aux semences devaient être utilisées; la végétation eût bientôt langui, et il serait arrivé ce que maintes fois j'ai observé, qu'un des plants, en mourant, aurait servi d'engrais au plant survivant. On mit fin à l'expérience.

» Des graines il ne restait plus que les épispermes vides; l'amidon, l'huile grasse, l'albumine qui en remplissaient les cellules avaient été mo-

difiés ou brûlés par une sorte de combustion respiratoire, et c'est sur l'un des produits de cette combustion, l'acide carbonique, que les feuilles pourvues de chlorophylle avaient agi pour en réintégrer le carbone dans l'ensemble de l'organisme qu'elles formaient quand elles étaient éclairées. C'est ce qu'établit nettement la composition de la récolte comparée à la composition des semences :

		Carbone.	Hydrogène.	Oxygène.	Azote.	Cendres.
	gr	gr	gr	gr	gr	g
Graines............	0,7428	0,3303	0,0473	0,3404	0,0114	0,0134
Plants..............	0,6894	0,3046	0,0487	0,3109	0,0114	0,0138
Différences......	−0,0534	−0,0257	+0,0014	−0,0295	0,0000	+0,0004

» Durant cette végétation, il n'y a pas eu acquisition, mais perte de matière. On a dosé, dans les plants développés en six semaines, 0gr,0257 de carbone de moins que dans les graines. Il était resté, par conséquent, 47 centimètres cubes de gaz acide carbonique dans l'air ambiant ou dans l'eau imprégnant le sol et le tissu végétal. Il paraît évident que, si, au lieu d'enlever les plantes de l'appareil le matin du 15 septembre, on les eût enlevées le soir, la perte en carbone aurait été moindre, parce que les feuilles en eussent assimilé pendant toute la durée du jour.

» Ce que montre clairement cette expérience, c'est qu'une graine placée dans un sol stérile supportant une atmosphère stérile constitue d'abord, en germant, une atmosphère fertile, c'est-à-dire une atmosphère renfermant du carbone, au sein de laquelle, avec le concours de la lumière, les feuilles organisent de la chlorophylle et ensuite des matières amylacées et saccharines.

» Dans la végétation normale, les feuilles ne se bornent pas à pourvoir la plante de carbone, centre et en quelque sorte pivot de tout principe immédiat; par l'aspiration qu'occasionne leur transpiration, elles amènent dans le végétal l'eau et les substances fertilisantes disséminées dans le sol : l'azote assimilable des nitrates et de l'ammoniaque, les bases alcalines, les phosphates. Il y a plus, ainsi que j'ai pu le reconnaître, les feuilles absorbent les composés ammoniacaux concrets dissous dans la rosée déposée à leur surface et, d'après les récents travaux de M. Schlœsing, les vapeurs ammoniacales répandues dans l'air.

» Les plantes récoltées après une végétation commencée dans une condition anormale devaient renfermer du sucre interverti et de la saccharose, puisqu'on a trouvé ces sucres dans des plants venus dans les mêmes circonstances : c'est que ces végétaux, malgré la faiblesse de leur consti-

tution, étaient verts et complétement organisés. Or on sait, par des observations dues aux physiologistes les plus éminents, et je citerai Mohl, Nägeli, Hofmeister, Sachs, que les feuilles pourvues de granules de chlorophylle, exposées à la lumière et au contact de l'acide carbonique et de l'eau, donnent naissance à de l'amidon, à des sucres et autres substances analogues, telles que la mannite, la lactine, et en même temps à une émission d'oxygène. La présence ou l'absence de protoplasma coloré en vert établit donc réellement deux ordres de cellules : celles qui introduisent de la matière dans l'organisme, celles qui n'en introduisent pas, mais dans lesquelles les principes formés sous la double influence de la chlorophylle et de la lumière subissent, ainsi que les albuminoïdes, de profondes modifications, soit par oxydation, soit par l'intervention de ferments diastasiques. J'irai plus loin, en admettant que les changements accomplis dans les cellules végétales dépourvues de chlorophylle ont lieu aussi dans les cellules épidermiques et dans les fluides du règne animal; c'est pourquoi le foie, les poumons, le sang, le lait contiennent de la graisse, des sucres, de l'inosite, du glycogène découvert par notre illustre confrère M. Claude Bernard, et dont les propriétés, comme la composition, sont celles de l'amidon. Enfin, du manteau des Crustacés, des Arachnides, on retire de la cellulose (1).

» Ces substances procèdent vraisemblablement des principes constitués dans la feuille, et, dans une cellule sans chlorophylle, dans une cellule animale, la saccharose peut devenir du sucre interverti; l'amidon, un corps gras, du glucose, de la dextrine; mais ces cellules ne sauraient engendrer aucune de ces substances; entendant ici, par création, la faculté de faire entrer, dans les êtres qui végètent ou qui respirent des éléments inertes, des éléments minéraux empruntés à l'air, à l'eau, à la terre. Cette puissance créatrice, seul, le végétal la possède. C'est ce que nous avons exprimé, M. Dumas et moi, en disant : Les animaux ne créent pas, ils transforment uniquement les principes élaborés par les plantes. »

---

(1) Dans le sang d'oiseaux, la moyenne de 12 dosages a été 0,005 de graisse. La nature de l'alimentation n'a pas eu d'influence sur les proportions de matière grasse. Le maximum 0,007 a été trouvé dans le sang d'un pigeon privé de nourriture depuis plusieurs jours.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Observations verbales présentées par M.* **Pasteur**, *à propos de la Communication précédente.*

« Je regrette de n'avoir pas été présent à la séance au moment où a commencé la lecture de la Communication que l'Académie vient d'entendre; mais chacun pourra juger de la plus ou moins grande conformité de ce que je vais dire avec les opinions de mes deux illustres confrères et maîtres, M. Boussingault et M. Claude Bernard.

» Mettons en regard les conditions d'une culture particulière de la fleur du vinaigre et les produits principaux qui peuvent résulter de cette culture.

Champ de culture.	*Produits principaux de la culture.*
Article ou semence de *mycoderma aceti* (d'un poids si faible qu'on ne saurait l'évaluer).	Récolte d'un poids quelconque aussi grand qu'on pourrait le désirer. La plante contient les matériaux les plus variés et les plus complexes de l'organisation :
Oxygène gazeux.	Matières protéiques,
Alcool ou acide acétique pur.	Cellulose,
Ammoniaque (dans un sel cristallisable pur).	Matières grasses,
Acide phosphorique, id.	Matières colorantes,
Potasse, id.	Acide succinique dans la liqueur, etc., etc.
Magnésie, id.	
Eau pure.	
Absence de lumière et de matière verte.	

» Une graine de *mycoderma aceti*, déposée dans un milieu minéral où l'aliment carboné unique est formé d'une substance organique très-éloignée de l'organisation, puisque cette substance est de l'alcool, ou de l'acide acétique, étendu d'eau, peut donc fournir un poids de matière organique quelconque, formée des principes immédiats les plus variés et, qu'on le remarque bien, infiniment plus complexes que l'aliment carboné, alcool ou acide acétique, dont tout le carbone de ces principes est sorti, sous l'influence de la vie de la semence. Ici, nulle complication dans l'interprétation des faits résultant du poids relatif des matériaux de la graine et des matériaux produits. La graine, on peut le dire, a un poids nul, tandis que la plante qu'elle donne pourrait avoir un poids immensément grand.

» La vie de la cellule, et de la cellule dans un des êtres les plus élémentaires et les plus infimes, n'a donc nul besoin de chlorophylle ou de matière verte ni de radiations solaires pour édifier les matériaux les plus élevés de l'organisation animale ou végétale. Un aliment carboné, quel qu'il soit, à la seule condition de n'être pas saturé d'oxygène et de pouvoir fournir en conséquence de la chaleur par oxydation directe, peut être mis en œuvre par les cellules les plus élémentaires et entretenir la vie.

» D'un autre côté, mettons en regard les produits et les conditions d'une certaine culture particulière de vibrions. L'intérêt est ici accru par cette circonstance que les êtres dont il s'agit sont doués de la faculté de se mouvoir et que la vie s'accomplit sans l'intervention du gaz oxygène libre.

Champ de culture.	*Produits principaux de la culture.*
Vibrion (d'un poids si faible qu'on ne saurait l'évaluer).	Vibrions agiles formant un poids quelconque et contenant des matières cellulosiques, des matières protéiques et fournissant dans le liquide des substances colorantes, des alcools, de l'acide butyrique, de l'acide métacétique, etc., etc.
Acide phosphorique (dans un sel pur cristallisable).	
Acide lactique, »	
Ammoniaque, »	
Potasse, »	
Magnésie, »	
Absence d'oxygène gazeux, de lumière et de matière verte.	

» Dans ce second exemple de culture, la chaleur nécessaire aux divers actes de la nutrition ou consommée dans la locomotion des vibrions est empruntée à la chaleur de décomposition de la substance fermentescible.

» Mais ce qu'aucune cellule vivante ne saurait faire si elle est privée de la faculté de transformation des radiations solaires par la présence de la matière verte, c'est de provoquer la décomposition du gaz acide carbonique, d'en fixer le carbone, en un mot de faire de ce principe un aliment. Dépourvue de la faculté dont je parle, en effet, où la cellule prendrait-elle la force chimique nécessaire à la décomposition du gaz carbonique? Or la vie dans le règne végétal consiste précisément et généralement dans la mise en œuvre des éléments du gaz carbonique et de la vapeur d'eau, décomposés par l'influence combinée de la matière verte et de la radiation solaire.

» On comprendrait à la rigueur que des cellules spéciales, animales ou végétales, autres que des cellules à chlorophylle, pussent agir vis-à-vis de l'électricité comme les cellules à matière verte vis-à-vis de la radiation solaire, et que l'acide carbonique fût décomposé et son carbone assimilé, parce que les vibrations électriques, en s'éteignant dans le gaz, se seraient transformées dans la force chimique nécessaire à sa décomposition; mais ce n'est encore là qu'une vue de l'esprit. »

ÉLECTRICITÉ. — *Dix-septième Note sur la conductibilité électrique des corps médiocrement conducteurs;* par M. **Th. du Moncel.**

« Comme je le disais dans mon avant-dernière Note sur cette question, mes expériences sur la conductibilité des corps humides ont été faites non-

seulement sur les liquides, mais encore sur les tiges de certains arbustes et sur le corps humain. Cette conductibilité chez les arbustes varie considérablement suivant les points où l'on applique les électrodes, suivant la nature et l'épaisseur de l'écorce, et suivant l'époque de l'année où l'on expérimente. Généralement l'écorce est beaucoup moins conductrice que l'intérieur de la tige, et l'on peut obtenir, par suite de cette hétérogénéité des parties constituantes de l'arbuste, des effets assez complexes, et même d'autant plus complexes qu'il s'y joint des courants locaux, qui, ainsi que l'a constaté M. Becquerel dans son savant Mémoire *Sur les courants développés par les végétaux,* sont dirigés de l'écorce à la moelle, du cambium au parenchyme, de la terre à l'écorce et aux feuilles, lesquelles se trouvent négatives par rapport à la terre. Si on fait l'expérience sur une tige d'*Alaterne,* on n'obtient qu'un courant très-faible quand on place les électrodes à la partie inférieure de la tige, ne serait-ce qu'à une distance de 2 centimètres l'une de l'autre. Je n'ai guère obtenu dans ces conditions qu'une déviation de (12°-9°) avec le courant de ma pile, et cette déviation s'est accrue de 1 degré au bout de cinq minutes. L'inversion de ce courant n'a donné que (10°-8°) au début, et 9 degrés au bout de cinq minutes. Dans aucun cas je n'ai pu obtenir de courant de polarisation appréciable. En plaçant les électrodes à une distance de 21 centimètres l'une de l'autre, la négative occupant le haut de la tige, qui avait à cet endroit une écorce très-mince et très-verte, le courant a fourni une déviation de (20°-17°), qui s'est réduite à 16 degrés au bout de cinq minutes et à 15 degrés au bout de dix minutes, sans déterminer encore de courant de polarisation; mais l'inversion du sens du courant a provoqué une diminution de cette intensité, qui s'est réduite à (13°-10°) au début, à 10°,5 au bout de cinq minutes, et à 11 degrés au bout de dix minutes, sans provoquer encore de courant de polarisation appréciable. Cette marche différente de l'intensité du courant avec la durée de sa fermeture, qui est ascensionnelle dans un cas et décroissante dans l'autre cas, provient sans doute du courant qui tend à se produire (au contact des lames de platine) de la partie plus humide à la partie la plus sèche, et il est présumable que la force plus grande du courant dans le premier cas tient à l'action du courant qui, d'après M. Becquerel, tend à s'établir de l'écorce à la moelle, celle-ci étant alors plus rapprochée de l'électrode négative que de l'électrode positive.

» En pratiquant une incision à la plante, d'abord en haut, puis ensuite en bas, et introduisant successivement mes électrodes de platine dans ces incisions, j'ai obtenu cette fois des courants locaux bien caractérisés, qui

étaient dirigés de l'écorce au bois dans le premier cas, et de bas en haut dans le second, avec des intensités représentées par (8°-6°) et (85°-43°). La première s'est maintenue à 6 degrés au bout de cinq minutes, mais la seconde s'est abaissée à 22 degrés dans le même espace de temps.

» Dans le premier cas, quand l'une de mes électrodes était fixée sur l'écorce et la seconde dans l'entaille du haut de la tige, l'intensité du courant transmis était représentée au début par (90°-66°), et s'est trouvée réduite à 62 degrés au bout de cinq minutes; le courant de polarisation résultant était de (16°-12°); mais, en renversant le sens du courant, la déviation a augmenté (90°-69°), et, au lieu de diminuer avec la prolongation de l'action, elle s'est maintenue au même degré, 69 degrés, et le courant de polarisation a pu atteindre (18°-14°). Cette différence d'intensité et de fixité du courant dans les deux sens était naturellement la conséquence du courant local dont il a été question.

» Dans le second cas, quand les deux lames de platine étaient fixées dans les deux entailles, l'intensité du courant de la pile est devenue si considérable qu'il a fallu employer la dérivation de 4 kilomètres, et l'on a obtenu, pour un certain sens, une déviation de (40°-33°), qui s'est maintenue en donnant lieu à un courant de polarisation de (90°-70°), qui s'est réduit à 46 degrés au bout de cinq minutes. Après avoir interverti le sens des communications des électrodes avec le galvanomètre et avoir fait passer pendant quelques secondes le courant de la pile, j'ai obtenu, comme avec le silex d'Hérouville, un courant de polarisation de sens contraire à celui qui avait été primitivement constaté et qui s'est inversé au bout de quelques instants pour laisser apparaître de nouveau le premier courant avec une intensité de 20 degrés, lequel courant a disparu dix minutes après.

» La conductibilité du corps humain, quoique fournissant les mêmes effets que les corps humides, dont nous venons de parler, a présenté quelques particularités sur lesquelles je dois un peu insister, car elles pourront donner d'utiles renseignements à ceux qui appliquent l'électricité comme agent thérapeutique.

» Le corps humain étant, au point de vue de la conductibilité électrique, un conducteur humide, dont les parties sont inégalement humectées, inégalement chauffées et servant d'enveloppe à beaucoup de liquides et de gaz soumis à des réactions chimiques, doit développer une foule de courants locaux dirigés dans divers sens et qui ne manifestent leur présence sur le galvanomètre que par suite d'un excès de tension des uns sur les

autres. Ce ne sont donc que des courants différentiels. Généralement ces courants sont dirigés de l'extérieur du corps à l'intérieur; mais ils se produisent également entre deux parties différentes de l'extérieur du corps, par exemple d'une main à l'autre, et ils sont alors généralement dirigés de la main gauche à la main droite à travers le galvanomètre. Dans ce cas, il semble probable que ces courants sont dus au contact de la peau avec les lames de platine, comme ceux qui se développent au contact de ces lames avec un corps humide quelconque, et, quand la peau est sèche, il est rare qu'ils se manifestent. Je n'entrerai pas du reste en ce moment dans d'autres détails sur ces effets très-complexes, qui n'ont qu'un rapport très-indirect avec la question que je traite en ce moment; je voulais seulement montrer que, dans les expériences de conductibilité dont je vais parler, ces courants locaux peuvent jouer un certain rôle.

» Voulant expérimenter dans les conditions où je m'étais placé dans mes autres recherches, j'ai employé des électrodes de platine, que j'ai liées assez fortement sur la partie interne des deux poignets du patient ou plutôt de la patiente. Ces électrodes avaient 4 centimètres et demi de longueur sur 3 centimètres de largeur, et, pour m'assurer si ma pile ne développerait pas une quantité de chaleur suffisante pour altérer la peau, j'ai cherché à déterminer l'élévation de température que ferait subir à un thermomètre le passage du courant de ma pile, traversant une résistance moindre que celle du corps humain. J'enveloppai en conséquence la boule d'un thermomètre sensible dans l'une des électrodes (l'électrode négative) qui reliait au circuit un morceau de peau humecté avec une solution de potasse, et, après avoir interposé entre les deux bouts du fil de mon galvanomètre la dérivation de 100 mètres, je fis passer mon courant pendant dix minutes. Or, pendant ce temps, le thermomètre s'était élevé à peine à $\frac{8}{10}$ de degré. D'un autre côté, bien que l'intensité du courant marquât 87 degrés, l'action chimique déterminée sous l'électrode négative n'avait donné lieu qu'à une petite teinte d'un jaune brunâtre à peine visible, et rien ne se montrait à l'électrode positive. Je pensai que dans ces conditions je pouvais appliquer sans crainte mes électrodes, et je fermai mon courant à travers les bras du patient. Ce courant, avec la dérivation de 100 mètres, ne m'a donné qu'une déviation de 38 degrés, qui s'est produite lentement. La peau du patient était alors un peu moite, et, bien que la pile fût faible, ainsi qu'on a pu le voir par les expériences précédentes, il ressentit, dès les premiers moments, une sensation de petite piqûre, qui se changea bientôt en une impression de brûlure très-

supportable d'ailleurs. Pendant l'action du courant, le sang s'était porté aux électrodes et l'intensité électrique a passé successivement et régulièrement de 38 à 40 degrés en cinq minutes et de 48 à 49 degrés pendant les cinq minutes suivantes. En réunissant alors les deux électrodes au galvanomètre, j'ai obtenu un courant de polarisation formidable qui, ayant atteint (90°-90°) au début, a passé par les phases suivantes, en observant toutes les cinq minutes : (90°-90°); 87°; 84°; 78°; 74°; 71°; (71°-66°); (71°-66°); (63°-62°); (59°-57°); 58°; 57°; 56°,5; 56°; 55°; 54°; 53°. L'expérience avait duré une heure et demie. J'ai alors renversé le sens des communications avec les électrodes et j'ai fait de nouveau passer le courant pendant dix secondes; j'ai obtenu, comme dans mes autres expériences, un courant de polarisation de sens inverse au premier, qui s'est inversé pour laisser reparaître le premier courant; après quoi j'ai retiré les électrodes, et, à mon grand étonnement, j'ai constaté aux parties des poignets où mes électrodes étaient appliquées la formation d'escarres très-prononcées, qui ressemblaient à des brûlures produites par un acide ou un caustique. Ces escarres, au nombre de trois au pôle négatif, étaient assez larges et surtout profondes. Au pôle positif, elles étaient très-petites et au nombre de trente-deux. Dans les deux premiers jours après l'expérience, aucune inflammation n'est survenue, et l'on pouvait croire que ces escarres se réduiraient à de simples écorchures; mais le troisième jour l'inflammation est survenue autour des escarres négatives, et il a fallu avoir recours à des cataplasmes de fécule qu'on a dû entretenir pendant un mois. Au bout de ce temps, les croûtes n'étaient pas encore tombées. Les escarres positives n'ont déterminé aucune inflammation et se sont guéries sans y rien faire; mais, au bout d'un mois, elles dessinaient encore une sorte de tatouage rouge très-caractérisé. Comment un courant dont l'intensité ne dépassait pas celle de 8 éléments Daniell a-t-il pu produire un effet aussi énergique?... C'est ce que les physiologistes pourront peut-être expliquer; ce qui est certain, c'est que l'action calorifique n'y est entrée pour rien. L'action chimique est-elle intervenue assez puissamment pour que les alcalis du corps précipités à l'électrode négative aient pu agir à la manière d'un caustique, et l'embarras apporté à la circulation du sang par les ligatures aurait-il rendu la mortification de la peau plus facile, ou déterminé une coagulation partielle du sang sous les électrodes? Je laisse aux physiologistes à décider à cet égard (1). Je dois toutefois signaler une circon-

(1) Une circonstance assez intéressante de cette expérience est que l'inflammation qui a

stance de l'expérience qui peut avoir quelque intérêt, c'est que quatre minutes après l'interruption du courant, et alors que j'étudiais le courant de polarisation, le patient a éprouvé à l'index de la main négative une vive douleur accompagnée d'un sentiment de chaleur, douleur qui s'est traduite par des oscillations considérables de l'aiguille du galvanomètre. Ces oscillations, dont l'amplitude atteignait 84 degrés à gauche et 40 degrés à droite, ont troublé pendant quelques minutes la marche décroissante du courant de polarisation. J'ajouterai que, malgré le peu de tension du courant, son interruption provoquait une commotion qui allait jusqu'au coude et qui était d'autant plus forte que le courant avait été fermé plus longtemps.

» D'après les chiffres des déviations fournies dans les expériences précédentes, on peut conclure que, dans de bonnes conditions de contact des électrodes, la résistance du corps humain entre les deux poignets varie de 350 à 220 kilomètres. Quand la peau est sèche et au commencement de l'expérience, elle peut dépasser quelquefois 2000 kilomètres. »

GÉOLOGIE. — *Expériences sur la schistosité des roches; conséquences géologiques qu'on peut en déduire* (1) (seconde partie); par M. **Daubrée**. (Extrait.)

« *Déductions à tirer des expériences pour l'intelligence de la texture des roches schisteuses.* — La texture schisteuse se rencontre indifféremment dans des roches fort différentes, tant par leur nature minéralogique que par leur mode de formation originelle. Elle affecte à la fois beaucoup de roches stratifiées fossilifères, particulièrement les plus anciennes, une partie du soubassement granitoïde qui sert de fondement à ces premières roches, ainsi que certaines masses, évidemment éruptives.

» Après avoir constaté expérimentalement avec quelle facilité se produisent le clivage et la foliation, dans des masses imparfaitement solides qui s'écoulent sous de fortes pressions, et pour un très-faible déplacement relatif de leurs particules, on ne peut plus s'étonner de la diversité minéralogique des roches schisteuses, non plus que de l'abondance avec laquelle plusieurs de ces roches se présentent dans l'écorce terrestre. Cette texture est d'ailleurs indépendante du mode de formation de la roche et de

---

suivi ces escarres a été accompagnée d'une éruption de petites pustules blanches qui se sont succédées pendant plus d'un mois, et qui n'avaient pas le caractère des boutons ordinaires. Elles ont acquis à la fin un assez gros volume et sont devenues de véritables clous.

(1) Voir, pour la première partie, le *Compte rendu* de la séance précédente, t. LXXXII, p. 710.

la cause de sa plasticité, que cette cause soit l'eau, comme dans les masses argileuses, ou la chaleur, comme dans les laves.

» Le passage graduel des roches massives aux roches feuilletées de même composition minéralogique est un fait des plus fréquents. Il n'est pas de contrée granitique qui n'offre de nombreux exemples de ces transitions. Or l'expérience montre que des échantillons de la même argile, à des états de dessiccation faiblement différents, soumis à la compression, fournissent des couches juxtaposées, les unes schisteuses, les autres dépourvues de ce caractère. Cette influence du degré de plasticité que j'avais reconnue dès mes premières expériences (1), fait comprendre les contrastes que l'on observe dans un même massif de roches partiellement schisteuses.

» Il est des géologues qui ont regardé le feuilleté des roches cristallines, telles que le gneiss, comme un vestige de stratification et assimilé les feuillets à des couches minces. Cette supposition a servi à appuyer le nom de *métamorphiques* qu'on a osé étendre à la totalité des roches de cette catégorie. Quoique j'aie cherché ailleurs à montrer l'importance du métamorphisme, je n'ai pas cessé de m'élever contre une conclusion aussi générale et aussi hypothétique. Entre certains gneiss et le granite, il n'y a pas plus de distance qu'entre les laves feuilletées et les laves massives.

» L'observation qui précède suffit pour montrer combien, à plus forte raison, il y a lieu d'être circonspect dans les supputations des épaisseurs de ces roches que l'on a prétendu faire dans divers pays.

» *Relations du feuilleté avec les grands accidents du sol, particulièrement dans les chaînes de montagnes; structure dite en éventail.* — Depuis longtemps des relations de parallélisme ont été signalées dans diverses contrées comme unissant la texture schisteuse des roches cristallines avec les accidents généraux de la structure et du relief du sol.

» La cause de la schistosité paraissant reconnue, on peut retourner la question et, dans certains cas, se servir de cette empreinte significative d'anciennes actions mécaniques, à peu près comme on se guide d'après les dislocations des roches sédimentaires, pour discerner des actions mécaniques subies par l'écorce terrestre. La position de ces feuillets, considérés dans leur ensemble topographique et géographique, est comparable à l'appareil enregistreur, fréquemment employé dans les expériences pour représenter des mouvements.

» C'est particulièrement dans les massifs centraux des chaînes de mon-

(1) *Mémoires des Savants étrangers à l'Académie*, t. XVII, p. 112.

tagnes que cette disposition redressée du gneiss et de ses congénères mérite l'attention, à cause de la tendance à une régularité géométrique qui s'y manifeste fréquemment.

» Déjà de Saussure avait remarqué que le massif du Mont-Blanc « se » divise en grands feuillets qui ont leurs plans exactement parallèles entre » eux, et, ce qui est bien remarquable, c'est que ces plans sont parallèles » à la direction de la chaîne (1) ». De plus, ce grand observateur avait constaté que ces feuillets, qui sont à peu près verticaux dans le centre du massif, prennent dans les parties latérales des positions inclinées, que ces feuillets plongent symétriquement vers l'axe central, de manière à présenter, dans leur section transversale, la forme d'un *éventail entr'ouvert*. Enfin la protogine qui forme la masse centrale se lie par des passages graduels à des gneiss et des talcschistes qui l'enveloppent sur une grande épaisseur, excepté du côté méridional (2).

» Un autre trait de structure complète le premier : les terrains stratifiés ont été recouverts par des masses cristallines diverses, formant surplomb, qui ont été poussées au milieu d'eux, comme dans une déchirure, en forme de boutonnière (suivant l'expression de M. Élie de Beaumont). C'est donc un renversement de l'ordre normal. De même que les schistes cristallins qui leur sont immédiatement juxtaposés, les roches stratifiées plongent vers l'intérieur du massif (3).

» Une structure semblable a été reconnue ensuite dans d'autres massifs centraux de la chaîne des Alpes, particulièrement au Saint-Gothard, dans les Alpes bernoises, au Pelvoux, dans la chaîne de Belledone, ainsi que dans les Pyrénées, à la Maladetta et ailleurs.

» Comment expliquer une disposition qu'on croirait anormale et exceptionnelle, si elle ne se reproduisait, comme on vient de le dire, dans une série de massifs?

» Pour fixer les idées, prenons comme exemple le massif du Mont-Blanc, qui a été l'objet d'études nombreuses et approfondies. De Saussure, en voyant les feuillets et les plans de division qui traversent généralement avec beaucoup de régularité ces grandes masses cristallines, considérait ces roches comme stratifiées. Cette opinion a été admise par d'autres géologues,

---

(1) *Voyage dans les Alpes*, § 569.

(2) A. Favre, *Géologie de la Savoie*, t. III, p. 298.

(3) Tout cet ensemble est représenté dans l'ouvrage de M. A. Favre par les coupes d'ensemble et de détail, notamment *Pl. XVIII, XIX, XXII*.

parmi lesquels se rangent M. Alphonse Favre et M. Lory. Cela posé, il s'agit d'expliquer comment des couches, qui étaient déjà solidifiées, se sont redressées en partie verticalement vers le milieu, en partie en surplombant vers les deux limites. Pour cela, M. Lory assimile le cas aux ploiements des terrains stratifiés, qui sont bien connus dans le Jura et diverses parties des Alpes; il considère ces couches verticales comme des pieds-droits d'une voûte gigantesque, dont les parties supérieures auraient été détruites, sans qu'il en restât de vestiges. Cette ingénieuse hypothèse a reçu la sanction de M. Alphonse Favre dans son important ouvrage (1).

» D'un autre côté, l'éminent doyen des géologues alpins, M. Studer, pense que les feuillets et plans de division parallèles qui traversent les roches cristallines du Mont-Blanc ne sont pas des indices de véritables couches, et que ces roches ne sont pas stratifiées. De très-nombreuses observations dans diverses parties des Alpes suisses, et particulièrement dans les Alpes bernoises, où des couches de calcaire ont été enchâssées dans le gneiss, l'ont conduit à conclure que ces roches cristallines n'étaient pas solides, lorsqu'elles ont été poussées vers la surface. Sans modifier ces couches calcaires, comme cela aurait eu lieu s'ils avaient été alors à l'état de fusion, les gneiss les ont enveloppées à la manière d'une masse plastique.

» L'assertion que ces masses cristallines n'étaient pas solides, quand elles ont été poussées au jour, ne suppose pas qu'elles étaient tout à fait molles, mais seulement qu'elles n'étaient pas rigoureusement solides, et que, sous les énormes pressions qu'elles subissaient, elles jouissaient d'une certaine plasticité, comparable, par exemple, à celle des glaciers.

» Si l'on admet qu'il en a été ainsi, la nature feuilletée de ces masses, ainsi que les principaux caractères que présente la disposition de leurs feuillets, paraît pouvoir s'expliquer assez simplement.

» D'abord la poussée de bas en haut, qui a porté jusqu'à une altitude de plus de 4000 mètres ces masses, lors même qu'elles n'auraient été que faiblement plastiques, a dû nécessairement y déterminer une schistosité, dont le feuilleté était parallèle aux parois de cet énorme jet, c'est-à-dire à peu près vertical; il en a été ainsi tant que les masses sont restées encastrées et comprimées entre deux parois latérales.

» Mais lorsque ces masses, approchant de la surface, ont commencé à se dégager des puissantes pressions qu'elles venaient de subir, leur régime a dû se modifier.

(1) *Géologie de la Savoie*, t. III, p. 136.

» Des expériences spéciales ont été faites pour éclairer le mode d'écoulement qui correspond à cette dernière condition.

» De l'argile, préalablement bien malaxée et à peu près desséchée, a été coupée sous la forme d'un prisme carré. Après l'avoir placée entre deux plaques de fer carrées, de même dimension que la base du prisme, on a soumis ce prisme à l'action de la presse hydraulique. Dans cette opération, il sort de chacune des quatre faces latérales une bavure, dont la forme évasée, par suite du changement de pression, se raccorde aux faces du prisme.

» La masse ainsi déformée présente, dans sa cassure transversale, une texture essentiellement schisteuse, qui est ainsi disposée : dans toute la partie serrée entre les deux plaques, les feuillets sont parallèles aux deux parois; mais, dès qu'on passe à la partie qui dépasse ces plaques, on voit les feuillets s'infléchir et s'éloigner de l'axe, de manière à être parallèles aux deux surfaces extérieures du jet, qui vont elles-mêmes en s'écartant de plus en plus. Le feuilleté est surtout prononcé à proximité des deux surfaces externes; en général, il l'est beaucoup moins vers la partie centrale.

» Si l'on opère sur de l'argile qui a été mélangée de paillettes de mica, on obtient des effets semblables, mais encore plus prononcés. Dans toute la partie maintenue entre les plaques, les paillettes micacées sont devenues invisibles sur la cassure transversale, par suite de la régularité de leur alignement; puis les feuillets vont en s'éloignant, de manière à rappeler les pages d'un livre entr'ouvert.

» Cette expérience, qui a été répétée, donne toujours la même disposition. C'est comme un *fac-simile,* en miniature, de la structure feuilletée en éventail.

» En ce qui concerne les grands phénomènes mécaniques de l'écorce terrestre, l'expérimentation, qui ne peut les reproduire qu'en les réduisant à une très-faible échelle, n'est sans doute pas aussi concluante que pour la synthése des anciens phénomènes chimiques et minéralogiques ; on ne doit y recourir qu'avec beaucoup de réserve, sous le risque d'en abuser. Il paraît cependant juste de prendre en sérieuse considération une ressemblance aussi fidèle que celle qui vient d'être signalée, quant aux traits les plus caractéristiques. N'est-on pas autorisé à en induire une certaine analogie dans les causes, surtout dans ce cas particulier où la structure générale du massif montagneux est en relation manifeste avec la texture schisteuse des roches qui le constituent, c'est-à-dire avec un caractère de

détail qui rentre dans le domaine de l'expérience et dans celui du raisonnement?

» Comme autre rapprochement, je rappellerai que le même procédé produit des bélemnites tronçonnées, identiques avec celles qui sont disséminées dans les marnes adjacentes aux roches cristallines, par exemple au-dessous de l'aiguille du Goûter, à la base du mont Lacha (sentier du Lavouet).

» Les passages entre la protogine la plus massive et la plus granitique aux talcschistes le plus feuilletés ne sont pas un argument en faveur de l'origine sédimentaire, ainsi que le montrent les expériences signalées dans la première partie de ce Mémoire. Cette disposition régulière des feuillets et leur parallélisme avec les plans de division, qu'on a supposés être des plans de stratification, me paraissent même avoir une signification contraire. En effet, dans les terrains stratifiés, bien authentiques, où la schistosité s'est produite, les feuillets sont le plus souvent obliques par rapport aux couches proprement dites.

» Pour nous reporter au Mont-Blanc, supposons que des couches jurassiques, qui étaient horizontalement placées, aient été poussées et traversées de bas en haut par des masses granitiques. Dans la région centrale qui nous occupe, comme dans l'intérieur des chaînes de montagnes en général, ces couches étaient d'ailleurs soumises à des pressions latérales qui ont laissé des empreintes irrécusables dans des refoulements de formes variées. Par suite, des lambeaux de ces couches ont été saisis et encastrés entre les masses cristallines. Ces lambeaux, d'abord redressés et serrés fortement contre les roches cristallines, notamment celles qui aujourd'hui constituent le Mont-Blanc et le Brévent, en ont partagé le sort : toutes ces masses, qui s'étaient pour ainsi dire épousées, ont obéi aux mêmes mouvements et se sont laminées ensemble. C'est ainsi que, malgré leur nature très-différente, la schistosité s'est produite simultanément et parallèlement dans les unes et dans les autres, comme nous le voyons aujourd'hui; de même que, dans les expériences qui viennent d'être signalées, l'ensemble présente une divergence en éventail qui s'est imprimée aussi bien dans les couches jurassiques que dans les roches granitiques.

» En dehors de cette partie centrale, les mêmes couches jurassiques n'étaient plus, lors du mouvement, enchâssées comme des lanières étroites entre des masses cristallines : alors elles ont été simplement soulevées par ces roches cristallines. Ce second mode d'action se montre, tout à proximité du Mont-Blanc, dans le lambeau si remarquable qui cou-

ronne le massif des Aiguilles-Rouges, ainsi que dans le massif des Fiz, et, vers le sud, au Cramont : il n'y a nullement incompatibilité entre ces deux types de dislocation.

» La largeur du massif du Mont-Blanc, qui est environ de 13 kilomètres, ne dépasse pas beaucoup celle que présenteraient les deux remplis jurassiques qui le bordent au nord et au sud, du côté de la vallée de Chamounix et de celui du val Ferret, si, par la pensée, on restitue à ces remplis leur disposition première en les développant dans un plan horizontal. La partie de ces couches qui a disparu lors du brisement ou par les érosions de la période glaciaire ne paraît donc pas considérable, surtout si on la compare aux vastes ablations de couches que l'on voit de toutes parts, même en dehors des chaînes de montagnes.

» En résumé, la disposition géométrique des feuillets des masses cristallines et des couches jurassiques qui leur sont superposées dans divers massifs centraux des Alpes, notamment dans celui du Mont-Blanc, s'explique, conformément à l'expérience, comme l'effet de l'écoulement d'une masse qui n'était pas complétement solide. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Discussion des courbes barométriques continues du 7 au 14 mars 1876; du meilleur procédé à suivre pour comparer les allures de la température et de la pression;* par M. Ch. Sainte-Claire Deville.

« Dans la séance du 24 mars dernier, M. le général Morin a paru surpris que, dans la discussion que j'ai présentée des allures comparatives du baromètre et du thermomètre lors de la récente tourmente de mars, je n'aie point utilisé d'indications continues, fournies par des appareils enregistreurs.

» Je désire, en premier lieu, montrer que les indications ne nous font pas absolument défaut. En effet, je mets sous les yeux de l'Académie trois courbes barométriques, obtenues, du 7 au 13 mars, au moyen du baromètre enregistreur à mercure de MM. Rédier, à Paris, par les inventeurs eux-mêmes; à Vannes, par M. du Grand-Launay, et à Perpignan, par M. le Dr Fines.

» Ces trois courbes, comparées aux deux autres, que MM. Renou, au Parc-Saint-Maur, et de Touchimbert, à Poitiers, ont conclues de leurs observations horaires, sont excellentes à consulter, tant qu'il ne s'agit que d'étudier le mouvement barométrique en lui-même. Le rapprochement de ces cinq courbes montre que l'oscillation barométrique du 10 au 13 mars

a été très-inégalement ressentie dans l'ouest et dans le midi de la France.

» Suivons, en effet, le mouvement sur les trois courbes continues de Vannes, Paris et Perpignan. On trouve que les deux premières ont des allures semblables. Après le maximum du 7, comme aux trois stations, on remarque, à Vannes et à Paris, trois minima très-prononcés les 9, 10 et 12, celui du 10 donnant la plus grande dépression. A Perpignan, le baromètre descend rapidement vers le 9; mais du 9, à 7 heures du matin, jusqu'au 10 à 5 heures du soir, la pression varie à peine et ne présente qu'une faible ascension dans la nuit du 9 au 10; enfin, le troisième minimum, celui du 12, disparaît presque entièrement : la pression, dans ce jour, s'est déjà relevée à $751^{mm},6$.

» L'intensité de la variation suit les même phases.

» A Perpignan, entre le maximum du 7 ($765^{mm},1$) et le minimum du 10 ($745^{mm},7$), il n'y a qu'une différence de $19^{mm},4$,

» A Paris, entre le maximum du 7 ($760^{mm},7$) et le minimum du 10 ($733^{mm},3$), on trouve une différence de $27^{mm},4$.

» Et, à Vannes, entre le maximum du 7 ($767^{mm},0$) et le minimum du 10 ($736^{mm},7$), cette différence s'élève à $29^{mm},9$ (1).

» L'intensité de l'oscillation a donc diminué du nord-ouest au sud-est.

» On remarque quelque chose de tout à fait analogue dans la transmission du mouvement.

» En effet, si l'on rapporte au temps de Paris les dates des cotes extrêmes, dans les trois stations (2), on obtient les heures suivantes (maximum du 7) :

Vannes	$7^{h}.40^{m}$	du matin
Paris	9.15	»
Perpignan	10.30	»

» La trépidation barométrique s'est donc fait sentir à Vannes une heure

(1) Je fais ici abstraction des petites différences qu'introduirait dans ces nombres la considération de la température du mercure, le baromètre enregistreur ne donnant que les indications brutes et non corrigées de la température; mais il est facile de voir que ces corrections seraient d'un ordre notablement inférieur à celui des différences que je viens de citer. M. le Dr Fines m'annonce, d'ailleurs, qu'il a ramené à zéro les indications de son enregistreur.

(2) Les heures de Paris et de Perpignan, ne différant que de deux minutes, peuvent, dans le cas actuel, être considérées comme les mêmes.

trente-cinq minutes plus tôt qu'à Paris et trois heures environ plus tôt qu'à Perpignan.

» La différence entre Paris et Perpignan, situés sensiblement à la même longitude, prouve que la transmission avait lieu du nord vers le sud, en même temps qu'elle se faisait de l'ouest vers l'est, de Vannes aux deux autres stations. Le mouvement de translation était donc sensiblement du nord-ouest au sud-est (1).

» L'examen des trois courbes montre que les époques de minima s'échelonnent dans le même ordre. Ainsi, la dépression barométrique du 9, qui, seule, est très-nette dans les trois stations, tombe (temps de Paris) : pour Vannes, vers 7 heures du matin; pour Paris, à $2^h 30^m$ du soir; pour Perpignan, à 7 heures du soir. La même conclusion se déduit de la comparaison des deux minima des 10 et 12, à Vannes et à Paris.

» Au fort du Lomont, où M. le capitaine du génie Le Vallois a fondé récemment une excellente station, le maximum arrive, le 8, vers 10 heures du matin, c'est-à-dire un jour plus tard qu'à Paris; mais les trois époques de minima (9, 10 et 12) sont un peu en avance sur Paris, c'est-à-dire que l'oscillation a été plus courte; elle a été moins intense aussi, car l'écart maximum a été seulement de $20^{mm},45$ (réduit à zéro).

» A Fécamp, où M. Ch. Marchand continue avec succès les observations faites avec tant de persévérance par son père, le minimum du 10, contrairement à ce qui s'est passé à Vannes et à Paris, a donné une plus grande dépression que celui du 12. Les côtes de la Manche ont donc présenté quelques différences avec celles de l'Atlantique.

» Telles sont les principales conclusions qu'on peut tirer de la simple comparaison de ces trois courbes barométriques entre elles. Cette comparaison n'offre aucune difficulté, surtout dans nos climats, où les variations horaires du baromètre, bien que toujours sensibles pour un bon observateur, sont incomparablement moins considérables que les grandes vagues atmosphériques qu'elles accidentent à peine. Il en est tout autrement de la température, dont il est fort rare que l'occultation diurne soit entièrement dissimulée. On ne peut donc comparer entre elles, pour en déduire des conséquences certaines, les courbes brutes du thermomètre et du baromètre. Le problème se complique encore davantage dans les régions intertropicales, où l'on ne peut jamais éliminer l'effet de la double oscillation

(1) Les nombres fournis par les observations directes de M. de Touchimbert, à Poitiers, conduisent aux mêmes conclusions.

barométrique diurne; car on se trouve en face de deux minima et de deux maxima barométriques, d'un minimum et d'un maximum thermométriques, c'est-à-dire de six inflexions par jour, dont les instants ne concordent pas. On est donc forcément amené à condenser les deux courbes dans leurs moyennes diurnes pour les rendre comparables.

» L'un des diagrammes que je mets sous les yeux de l'Académie rend saisissante cette incomparabilité des deux courbes brutes du baromètre et du thermomètre. C'est celui où j'ai représenté les mouvements du baromètre et du thermomètre, observés au Parc-Saint-Maur du 7 au 15 mars. Pour ce dernier instrument, la courbe est avancée de trois jours sur celle du baromètre, c'est-à-dire sensiblement déplacée de la même quantité qu'elle l'était dans le diagramme présenté dans l'avant-dernière séance, et d'où résultait si nettement le parallélisme non synchronique des deux instruments. Or, on voit toujours dominer l'oscillation diurne; l'œil est continuellement attiré par les cotes élevées de midi à 3 heures, et par les cotes basses de 4 à 7 heures du matin. Il faut, en quelque sorte, faire un effort pour remarquer que, le 13 mars, c'est-à-dire trois jours après le minimum barométrique, tout s'est abaissé pour la température, dans le milieu du jour comme dans la matinée.

» On peut, à la vérité, essayer de tracer une courbe moyenne du thermomètre, en joignant les deux heures qui représentent la moyenne diurne (8^h20^m du matin et du soir); mais, si l'on se contente de les réunir par une ligne droite, les inflexions sont à peine marquées; et, si l'on veut tracer entre elles une courbe continue, elle est trop arbitraire.

» Je pense donc que le meilleur moyen de suivre comparativement les allures du baromètre et du thermomètre en un lieu consiste à construire les moyennes diurnes fournies par les deux instruments, ou mieux encore, à utiliser, comme je l'ai fait, la propriété dont jouissent, pour le baromètre comme pour le thermomètre, les deux moyennes de 4^h, 7^h, 10^h du matin et 1^h du soir, 4^h, 7^h, 10^h du soir et 1^h du matin, de représenter assez exactement la moyenne diurne.

» On peut ainsi suivre, de douze en douze heures, la marche des deux instruments, et conclure, avec une précision très-suffisante, la loi de leurs variations comparées (1).

(1) Plus tard, nous arriverons à une discussion plus serrée, d'heure en heure; mais, auparavant, il faudra se procurer, pour chacune des localités à étudier, la correction horaire moyenne. On ne peut, dans des discussions aussi délicates, appliquer à une station les corrections horaires déduites des observations d'une station voisine. Avant peu, j'espère pou-

» Je terminerai cette courte Note par un nouvel exemple de ce mode de

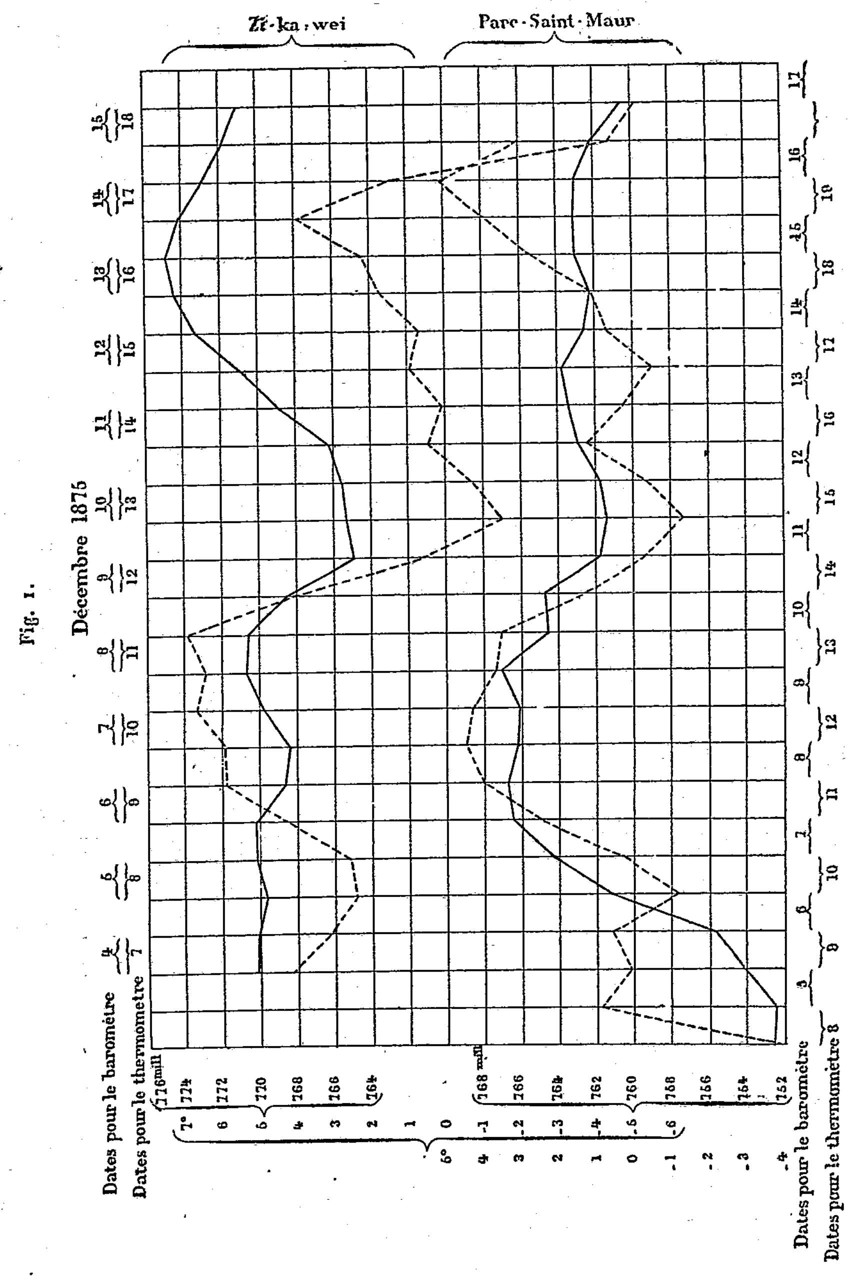


Fig. 1.

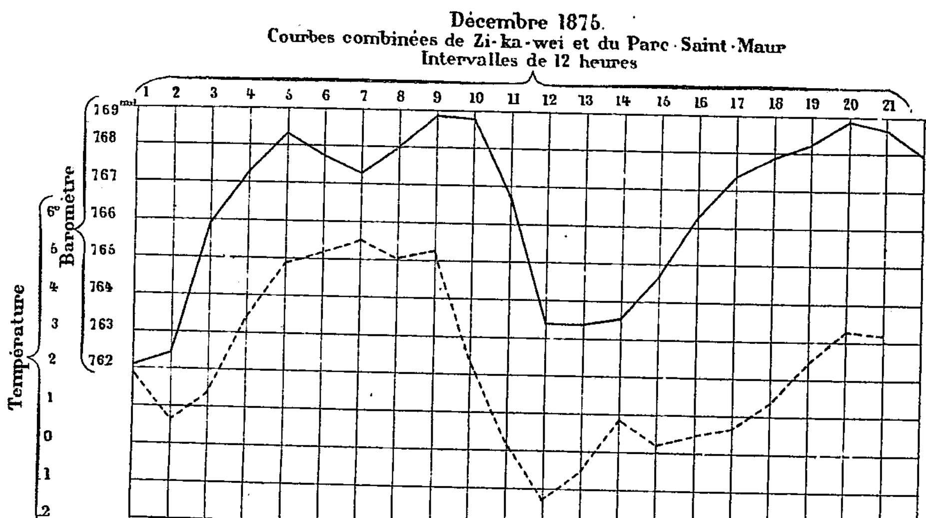
discussion. Il s'applique à l'oscillation de la mi-décembre 1875 (20e jour

voir donner ces corrections horaires pour deux stations parisiennes. Le travail est commencé, mais non encore terminé.

dodécuple), et j'ai pu comparer, à ce point de vue, deux stations bien distantes l'une de l'autre, à savoir : le Parc-Saint-Maur, près de Paris, et Zi-ka-wei, près Shanghaï, où les PP. Jésuites ont établi, depuis deux ans, un observatoire météorologique fondé sur les meilleures méthodes, où les thermomètres sont placés sous un abri modèle Montsouris, et les observations faites suivant la série trihoraire normale : 1^h, 4^h, 7^h, 10^h du matin et du soir.

» Grâce à cette identité de méthode, j'ai pu non-seulement, dans chaque localité, rapprocher les allures du thermomètre, mais encore comparer entre elles, à ce double point de vue, les deux stations elles-mêmes.

Fig. 2.



» Sans entrer dans des détails qui allongeraient outre mesure la présente Note et que rendent inutiles ceux que j'ai donnés (p. 705), il me suffira de faire remarquer que la *fig.* 1 montre : 1° l'oscillation quinquédiurne de la température, les 8, 13, 18 à Zi ka-wei, et les 10, 15, 20 au Parc-Saint-Maur; 2° le parallélisme non synchronique des courbes barométrique et thermométrique dans les deux stations; la température étant de trois jours à Zi-ka-wei, de trois jours et demi au Parc-Saint-Maur, en retard sur la pression.

» Enfin, les allures manifestement analogues des quatre courbes m'ont fait penser que, en combinant séparément les deux courbes barométriques et les deux courbes thermométriques, on aurait deux courbes moyennes, qui feraient en grande partie disparaître les anomalies accidentelles. C'est ce que j'ai réalisé dans la *fig.* 2.

» On obtient ainsi deux courbes remarquablement semblables. La première, pleine, est la moyenne des deux courbes barométriques de Zi-ka-wei et du Parc-Saint-Maur à trente-six heures de distance; la seconde, ponctuée, est la moyenne des deux courbes thermométriques, à quarante-huit heures de distance; la station de Zi-ka-wei étant, dans les deux cas, en avance sur celle du Parc-Saint-Maur (1) ».

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la trombe de Heiltz-le-Maurupt* (*Marne*), *en date du* 20 *février* 1876; par M. **Faye.**

« Les journaux ont parlé à plusieurs reprises, il y a six semaines, d'une trombe qui a ravagé, le 20 février dernier, la commune de Maurupt. En passant hier à Châlons, j'ai demandé des renseignements sur ce phénomène. M. l'Inspecteur d'Académie a bien voulu me remettre le Rapport qui lui avait été adressé à ce sujet par M. Legendre, instituteur de la commune ravagée, peu de jours après la catastrophe (le 27 février). Cette relation m'ayant paru de nature à intéresser l'Académie, je l'ai transcrite presque en entier :

« Monsieur l'Inspecteur, quand l'ouragan du 20 de ce mois a éclaté, j'étais dans la salle de la mairie, où j'avais été appelé en qualité de secrétaire du bureau de l'élection. A l'ouest de Heiltz-le-Maurupt apparaissait un orage qui ne présentait rien de menaçant. Deux coups de tonnerre se font entendre dans le lointain; 10 minutes après, à $4^h 30^m$, un bruit soudain, extraordinaire, se fait entendre. Je ne puis rendre la nature de ce bruit, qui avait quelque chose de sec, de ressemblant à celui que fait la grêle en tombant, mêlé à celui d'un violent incendie (2). Je retourne la tête et je vois des débris de toutes sortes lancés obliquement dans les airs : tuiles, ardoises, pierres, bois, formaient un nuage effrayant qui annonçait la destruction. Je crus qu'aucun édifice ne devait résister à ce déchaînement. Me retourner en avançant de quelques pas dans la direction de la porte fut l'affaire d'un instant, pendant lequel une pluie de verre et d'ardoises pénètre dans la salle. Les fenêtres sont renversées sur le plancher, les cheminées tombent et les murs sont ébranlés. — Une seconde avait suffi, l'ouragan était passé. Regardant alors par les baies des croisées, je pus con-

(1) Ainsi, dans la *fig.* 2, le premier intervalle de douze heures correspond, pour le baromètre, à la moyenne de Zi-ka-wei (4^h, 7^h, 10^h matin, 1^h soir du 4) et du Parc-Saint-Maur (4^h, 7, 10^h soir du 5, 1^h matin du 6); le 21^e intervalle à la demi-somme de Zi-ka-wei (14 décembre : 4^h, 7^h, 10^h matin et 1^h soir) et du Parc-Saint-Maur (15 décembre : 4^h, 7^h, 10^h soir et 1^h matin du 16). Pour le thermomètre, le n° 1 correspond à Zi-ka-wei (7 décembre : 4^h, 7^h, 10^h soir et 1^h matin du 8) et au Parc-Saint-Maur (9 décembre : mêmes heures), et ainsi jusqu'au 21^e intervalle.

(2) C'est bien cela : *heulend wie in Kaminbranden*, dit M. Reye : les trombes rendent un son particulier, elles sifflent ou mugissent.

templer dans toute leur horreur les désastres causés : des maisons écroulées, des pans de murs tombés, toutes les couvertures des autres habitations enlevées, la Grand' Rue remplie de débris. Retenu par un devoir impérieux, celui de garder le scrutin, j'attendis avec une anxiété facile à comprendre qu'on vînt me dire que personne n'avait péri. La fille de basse-cour de M. Collet, maire, avait seule été ensevelie sous un amas de briques, mais elle avait été retirée vivante. Des bestiaux, chevaux et vaches, sur lesquels étaient tombées des écuries, avaient été dégagés sains et saufs. Les pertes à déplorer, tant en mobilier qu'en immeubles, atteignent le chiffre de 150 000 francs. J'ai appris par deux hommes venant de Minecourt, qui suivaient l'orage, que l'ouragan avait commencé à 150 mètres des premières maisons. Ils ont vu descendre rapidement des nuages qui semblaient s'ouvrir, des rayons jaunâtres, convergeant vers un même point de la terre, produire une espèce de bouillonnement, en se transformant en une fumée blanche qui courait vers Heiltz-le-Maurupt avec une rapidité foudroyante. Est-ce la foudre ou seulement une trombe que nous avons à étudier ici? Si je ne craignais d'anticiper sur le domaine des savants, mon raisonnement amènerait pour conclusion la présence de l'électricité; mais je préfère laisser à d'autres le soin de résoudre le problème.

» Quelques particularités se sont produites qui ne sont pas sans intérêt. La foudre n'a exercé ses ravages que sur une largeur de 30 à 40 mètres, en ligne droite. Les tilleuls séculaires de la place de l'ancien château sont brisés. La première maison du village n'a de dégradé que la couverture, tandis que les granges et les écuries des maisons voisines, sur la même ligne, sont écroulées. Les pans de murs tombés sont ceux qui regardent l'est, bien que l'ouragan vînt de l'ouest. Toutes les pierres du mur d'enceinte du jardin de M. le Dr Leroux sont renversées, quoique ce mur fût peu élevé. Sa maison, la plus jolie de Heiltz-le-Maurupt, et aussi la plus solidement construite, offre un spectacle navrant. Un tuyau en pierre de la cheminée a été lancé par-dessus les maisons voisines et est allé tomber 60 mètres plus loin. Un gros sapin, brisé à 2 mètres de terre, a été transporté dans une cour séparée du jardin par des bâtiments élevés. Les rideaux du lit de M. le juge de paix ont été lancés dans le grenier, à travers le plafond de la chambre, sans qu'on puisse voir où ils ont passé. Il est évident que le mur ébranlé a fait un vide entre le plafond, et que son rapprochement instantané en a fait disparaître la place..... »

» Notons d'abord la déposition des deux témoins qui ont vu la trombe *descendre*, à 150 mètres des maisons du village. En second lieu la trombe a renversé en dedans les fenêtres de la grande salle de la mairie : s'il y avait eu aspiration, les fenêtres eussent été renversées en dehors. L'air, en s'engouffrant avec cette violence dans une chambre dont les autres issues restent closes, peut fort bien soulever un peu le plafond, en écarter un instant les murailles et donner passage aux objets légers qui seront entraînés dans l'étage supérieur sans qu'il y ait la moindre aspiration. L'instituteur explique ainsi, d'une manière très-plausible, le phénomène curieux des rideaux du lit du juge de paix. Enfin une circonstance paraît avoir vivement frappé les témoins, c'est la presque instantanéité du phénomène. Aussitôt après

son passage, plus rien. C'est que la trombe n'avait pas plus de 30 à 40 mètres de diamètre, et qu'à raison de 18 à 20 secondes de vitesse de translation tout le phénomène ne devait pas, pour un point donné, durer plus de 2 secondes. La netteté avec laquelle son cercle d'action mécanique était circonscrite n'est compatible qu'avec un pur mouvement gyratoire. Si les trombes étaient dues à l'afflux centripète de l'air inférieur convergeant de tous les points de l'horizon vers l'orifice inférieur d'une trombe aspirante, il y aurait peut-être bien un maximum d'effet vers cet orifice; mais la vitesse de l'air aspiré et, par suite, les effets mécaniques dus à cette vitesse ne cesseraient pas brusquement, absolument, à quelques pas du centre.

» Nous retrouvons précisément les mêmes phénomènes dans la trombe récente de Hallsberg, en Suède, qui est l'objet d'une controverse entamée dans les *Comptes rendus* entre M. Hildebrandsson et moi. Il me sera facile de faire voir lundi prochain, en me basant exclusivement sur le propre récit du savant météorologiste suédois, que les choses se sont passées à Hallsberg de la même manière qu'à Maurupt. L'observation suédoise est même plus concluante, parce que les principaux spectateurs se sont trouvés beaucoup plus près (à 17 mètres seulement) du lieu où la trombe a débuté, et cette fois en pleine forêt. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur le déplacement des raies dans les spectres des étoiles, produit par leur mouvement dans l'espace;* par le P. SECCHI [suite (1)].

» Je répète que je suis loin d'accuser les illustres savants qui se sont occupés de cette question d'avoir été trompés par cette apparence, mais elle peut servir à expliquer les nombreuses contradictions signalées plus haut. Du reste, ce n'est pas sans quelque fondement que j'ai été amené à soupçonner une telle illusion. Dès 1869, j'avais cherché à constater si la raie F avait rigoureusement, dans toutes les étoiles, la même position, et, pour cela, j'appliquais à l'objectif du grand équatorial un prisme de 6 pouces de diamètre et un chercheur incliné sur l'axe du grand réfracteur, dirigé de manière qu'en mettant l'étoile sur un fil du chercheur la raie coïncidât avec une pointe de micromètre dans la grande lunette; mais, après bien des recherches, je ne trouvai pas de changement; cette méthode, que je croyais nouvelle, n'était, en réalité, qu'une répéti-

(1) Voir le *Compte rendu* de la séance précédente, p. 761.

tion de la méthode employée jadis par Fraunhofer, comme je le reconnus ensuite. Cependant elle n'était pas sûre, car il était difficile de garantir l'invariabilité relative des deux lunettes. Alors j'imaginai de disposer, dans l'intérieur de la lunette, un prisme à vision directe, placé un peu excentriquement et avant la convergence focale des rayons; à cause de cette excentricité, on pouvait laisser passer en dehors du prisme une portion des rayons, qui formaient dans le champ de la lunette une image directe et assez nette de l'étoile. Une lentille concave, placée convenablement sur leur trajet, corrigeait la différence de focalité entre ces rayons et ceux qui avaient traversé le prisme; on pouvait ainsi comparer une raie quelconque de l'étoile avec sa propre image directe, en mesurant la différence avec un bon micromètre. Je fis même construire par M. Hoffman un prisme à vision directe, dont la déviation pour la raie F coïncidait avec le rayon direct.

» L'examen d'un grand nombre d'étoiles, fait avec cet appareil, me prouva que la raie F gardait la même position relative dans toutes les étoiles, excepté deux ou trois présentant une différence qui ne pouvait être considérée comme parfaitement sûre. Or, si le déplacement de cette raie est si considérable que pour une classe il soit, par exemple, de toute la largeur de la raie F dans le sens +, et pour d'autres de même largeur dans le sens —, nous aurions dû avoir un déplacement double, par exemple, Sirius et Véga; et alors un tel déplacement ne pourrait passer inaperçu, ces raies étant tellement larges dans notre appareil qu'on pouvait les appeler des *bandes*. Il s'ensuit donc que ces déplacements si sensibles, trouvés par les spectroscopes, pourraient bien être dus à quelque autre cause inconnue et purement instrumentale.

» Ajoutons encore, en ce qui concerne la largeur des raies F dans les étoiles, largeur due selon toute probabilité à la forte pression du gaz, qu'il n'est pas encore prouvé que le milieu de cette raie reste fixe avec l'augmentation de ses dimensions en largeur.

» Pour conclure, je répéterai que je n'ai pas l'intention de déprécier les travaux faits par tant d'illustres savants sur cette matière, mais seulement d'exposer les doutes qui se sont présentés : je suis sûr qu'on me le permettra d'autant mieux que, moi-même, j'ai contribué quelque peu à ces recherches.

» Je m'en tiens à la partie expérimentale; quant au point de vue théorique, les inflexions des raies hydrogéniques, dans les protubérances solaires, ne seraient point sujettes à ces illusions, car ici on n'introduit dans

le champ de vision aucune lumière ni substance étrangère, mais on compare seulement la raie avec elle-même dans son prolongement par rapport à la partie courbée. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section de Géométrie, en remplacement de M. *Le Besgue*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 56,

M. Borchardt obtient.	26	suffrages.
M. Catalan.	12	»
M. l'abbé Aoust	6	»
M. Brioschi.	3	»
M. de Jonquières.	3	»
M. Boussinesq.	1	»
M. Fischer.	1	»

Il y a quatre billets blancs.

Aucun des candidats n'ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, il est procédé à un second tour de scrutin. Le nombre des votants étant encore 56,

M. Borchardt obtient.	29	suffrages.
M. Catalan	19	»
M. Brioschi.	3	»
M. l'abbé Aoust.	1	»

Il y a quatre billets blancs.

M. **Borchardt**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats, qui doit être présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique pour la chaire de Zoologie (Annélides, Mollusques, Zoophytes), actuellement vacante au Muséum d'Histoire naturelle.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier candidat, le nombre des votants étant 53,

M. Perrier obtient..	38	suffrages.
M. Fischer.	6	»

Il y a neuf billets blancs.

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat, le nombre des votants étant 49,

M. Fischer obtient. . . . . 42 suffrages.

Il y a sept billets blancs.

En conséquence, la liste présentée par l'Académie à M. le Ministre de l'Instruction publique comprendra :

En première ligne . . . . M. **Perrier.**
En seconde ligne. . . . . . . M. **Fischer.**

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Vitesse du flux thermique dans une barre de fer.* Mémoire de M. C. **Decharme** (2^e partie). (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Physique.)

« Dans les expériences précédentes (1), on attendait, avant de retirer la source de la chaleur, que tous les thermomètres implantés dans la barre métallique fussent arrivés à l'état stationnaire. Alors, dès que cette source cessait d'agir, la température commençait à baisser bientôt dans le premier thermomètre; peu après, dans le second, et plus tard dans les suivants.

» Mais si l'on retire le brûleur avant que le phénomène soit arrivé à cette période d'équilibre de température, on obtient des résultats numériques qui conduisent à des courbes toutes différentes de celles du cas précédent; ce qui se conçoit, puisqu'une partie des périodes d'échauffement et de refroidissement, ainsi que toute la période stationnaire, ont été supprimées. On remarque, en effet, dans le cas actuel, que le flux thermique continue à se propager dans la barre après le retrait de la source de chaleur; il semble avoir acquis une certaine vitesse, qu'il ne perd que peu à peu, et les thermomètres placés à diverses distances de cette source atteignent leurs maxima, après un temps d'autant plus long qu'ils sont eux-mêmes plus éloignés de l'extrémité chauffée.

» Dans d'autres expériences, on a fait agir la source calorifique successivement, dans des conditions identiques, pendant 5, 10, 15 et 20 minutes, généralement pendant des temps θ, 2θ, 3θ, 4θ,... et l'on a trouvé,

(1) *Comptes rendus*, 27 mars 1876, p. 732 de ce volume.

entre ces temps de chauffe et les intervalles t, t', t'', t''',..., qui s'écoulent entre le moment du retrait de la source de chaleur et celui de la production des maxima de température, la relation simple suivante :

$$\theta + t = 2\theta + t' = 3\theta + t'' = C,$$

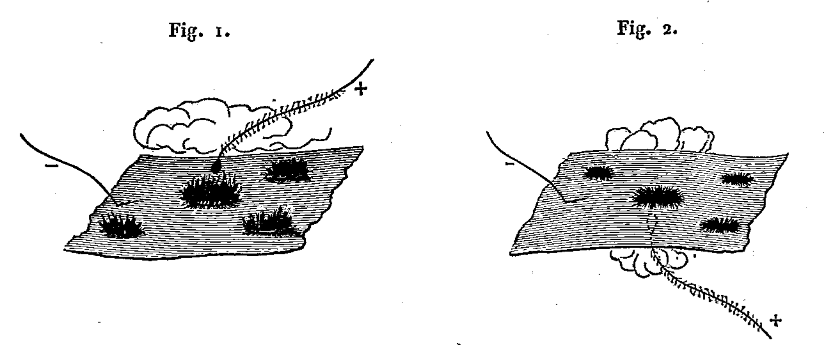
c'est-à-dire que la somme de deux termes correspondants, de chacune de ces séries, est *une quantité constante.* »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur les taches solaires et sur la constitution physique du Soleil;* par M. G. PLANTÉ.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Parmi les nombreuses analogies que révèle la comparaison des effets des courants électriques de haute tension avec les phénomènes atmosphériques et cosmiques, il en est une qui paraît très-remarquable et que j'ai l'honneur de soumettre aujourd'hui à l'Académie. Voici l'expérience sur laquelle elle est fondée :

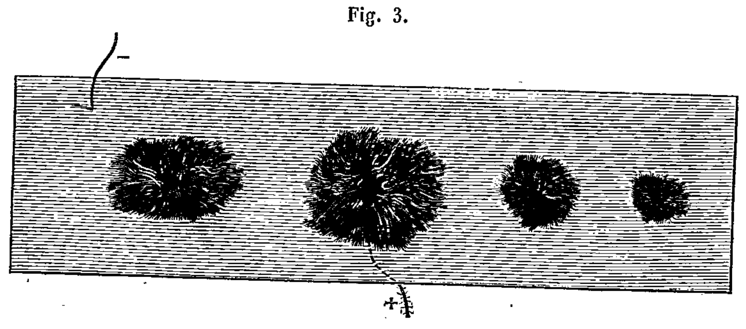
» Une feuille de papier à filtrer, humectée d'eau salée, est mise en communication avec le pôle négatif d'une batterie secondaire de 400 éléments. A peine le fil positif touche-t-il la surface humide, qu'il se produit, au-dessous de ce fil, avec dégagement de lumière et projection de vapeur, une cavité en forme de *cratère* hérissé, sur ses bords, d'innombrables filaments desséchés et enchevêtrés les uns dans les autres (*fig.* 1). Le fil



positif se trouve en même temps recouvert d'un magma formé par la pâte de papier transportée; des débris filiformes adhèrent aussi à l'électrode sur une longueur de 10 à 15 centimètres. Les extrémités des filaments sont dirigées vers l'électrode positive, de sorte que, si l'on place cette électrode au-dessous du papier, on n'observe point de cratère saillant à la surface supérieure, mais une simple excavation dont les rebords

filamenteux sont comme *aspirés* et *rentrés* en dedans vers le point d'où sort l'électricité positive (*fig.* 2). Quelques filaments, par suite de leur grande longueur et de leur dessiccation instantanée, se recourbent en crochet à leur extrémité. La *fig.* 3 représente les détails de ces perforations électriques, en grandeur naturelle.

Fig. 3.



» Il est impossible de ne pas être frappé de l'analogie complète de cette structure avec celle des taches solaires, telles qu'elles ont été observées par MM. Nasmyth, Dawes, Lockyer, Chacornac, le P. Secchi (1), Tacchini, Langley (2), etc., et qui ont été assimilées à des brins ou à des fagots de chaume, à des filaments recourbés, tordus ou entrelacés, etc.

» Ces apparences bizarres des taches solaires, si difficiles à expliquer par des actions mécaniques ordinaires, se comprennent facilement par l'intervention de l'électricité, dont le caractère est de cliver, de façonner en pointes ou de diviser en fils toute matière opposée à son passage, pour se frayer les voies multiples qui semblent nécessaires à son rapide écoulement.

» Il est donc permis d'admettre que les taches solaires sont des cavités produites par des éruptions essentiellement électriques; que, par suite, la masse interne du Soleil doit être fortement chargée d'électricité; et que, d'après le sens des excavations dont les talus filamenteux sont *rentrés* vers l'intérieur de l'astre, l'électricité qui s'en échappe doit être *positive*.

» J'ai été conduit ainsi à étudier les phénomènes présentés par les globules incandescents qu'on obtient en fondant de gros fils métalliques à l'aide d'un puissant courant électrique de *quantité*; je résumerai très-succinctement les effets que j'ai observés sur des globules de fer et d'acier de 7 à 8 millimètres de diamètre :

(1) Voir *le Soleil*, par le P. Secchi, 2e édition, p. 53, 61 à 69, 92, 94, etc.
(2) Voir *Journal de Physique*, par M. Ch. d'Almeida, avril 1875, p. 123 à 126.

» 1° Leur surface liquide incandescente paraît agitée, *ondulée*, et parsemée de *taches* de toutes dimensions, produites par des bulles gazeuses qui viennent de l'intérieur du globule, où elles causent aussi une vive effervescence; 2° ces bulles se développent si rapidement, qu'il est difficile de saisir leurs diverses phases; on y distingue néanmoins des ombres, des pénombres et des parties brillantes; 3° elles finissent par percer l'enveloppe liquide, en projetant des parcelles incandescentes; 4° les globules refroidis présentent une surface *ridée* et mamelonnée; 5° on reconnaît qu'ils sont *creux*, et que leur enveloppe est d'autant plus mince, que le métal renfermait plus de gaz en combinaison.

» Ces expériences permettent de conclure, par voie d'analogie : 1° que le Soleil peut être considéré comme un globe *creux* électrisé, plein de gaz et de vapeurs, recouvert d'une enveloppe *liquide* de matière fondue et incandescente; 2° que les rides ou *lucules* de sa surface proviennent des ondulations de cette enveloppe liquéfiée; 3° que les *taches* sont produites par les masses de gaz et de vapeurs électrisées, venant de l'intérieur de l'astre, perçant l'enveloppe fluide et donnant aux rebords des cavités, ainsi qu'il a été dit plus haut, les formes qui caractérisent le passage de l'électricité positive; 4° que les *facules* semblent être une phase brillante dans l'évolution des masses gazeuses, lorsqu'elles se rapprochent de la surface avant leur éruption; 5° que les *protubérances* sont formées par les gaz eux-mêmes, sortant de l'intérieur de l'astre à une température plus élevée et, par suite, plus lumineux que ceux qui forment l'atmosphère de sa surface.

» On peut objecter à ces conclusions que les globules métalliques dont il s'agit sont produits entre les deux pôles d'un appareil et traversés par un courant électrique, tandis que le Soleil est isolé dans l'espace; mais, en se reportant à mes expériences antérieures, telles que celle de la *gerbe*, on conçoit la production de sphéroïdes électrisés, entièrement détachés de la source d'où ils émanent. De plus, si, dans l'expérience actuelle, on laisse fondre le fil auquel le globule adhère, le courant s'interrompt; le globule reste suspendu à l'un des pôles, et, pendant le court instant qu'il se maintient incandescent, on voit encore des taches se produire, et des bulles se dégager à sa surface. Si ce phénomène dure un temps appréciable, avec une aussi petite masse de matière, on comprend quelle durée il peut avoir quand il s'agit du globe immense du Soleil. Le mouvement vibratoire électrique communiqué persiste, à l'instar du mouvement mécanique, avec les effets physiques et chimiques qui lui sont propres. Ainsi, le Soleil ne crée point l'électricité qu'il possède, non plus que la chaleur et la

lumière qui en sont la transformation : c'est une provision qu'il a reçue de l'anneau nébuleux dont il n'est qu'une particule brillante, destinée à s'éteindre un jour; cet anneau nébuleux dérive d'une autre onde électrisée, et ainsi de suite, jusqu'à la cause première, créatrice de toute force et de tout mouvement. En se plaçant à ce point de vue, l'incandescence du globe solaire, prolongée pendant une longue série de siècles, n'est elle-même qu'une étincelle de courte durée dans l'infini du temps et de l'espace. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Influence de l'asparagine contenue dans les jus sucrés (betteraves et cannes) sur l'essai saccharimétrique; destruction du pouvoir rotatoire de l'asparagine; méthode de dosage.* Note de MM. **P. Champion** et **H. Pellet.**

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« D'après M. Bouchardat, le pouvoir rotatoire de l'asparagine en solution ammoniacale correspond à — 11°18'.

» D'après nos essais, ce pouvoir, déterminé à l'aide du saccharimètre Laurent (lumière jaune), sur l'asparagine en dissolution dans l'eau, est de — 6°14' (1). Solution d'asparagine dans l'eau, contenant 10 pour 100 d'ammoniaque en volume : pouvoir rotatoire — 10°41'.

» Nous avons remarqué que ce pouvoir augmente avec la proportion d'ammoniaque.

» En calculant le pouvoir rotatoire à la lumière blanche de la solution ammoniacale d'asparagine (ammoniaque 10 pour 100), d'après le rapport entre les pouvoirs du sucre $\frac{+73,80}{+67,38}$, on trouve — 11°23'. La différence entre ce résultat et celui qu'avait indiqué M. Bouchardat provient sans doute de la concentration différente de la solution ammoniacale employée.

» D'après MM. Pasteur et Dubrunfaut, le pouvoir rotatoire de l'asparagine en dissolution dans l'eau, additionnée d'acides minéraux, change de signe.

» Une solution d'asparagine dans l'eau contenant 10 pour 100 d'acide chlorhydrique, en volume, a un pouvoir rotatoire de + 37°27' (2) (lumière jaune).

---

(1) Solubilité de l'asparagine dans l'eau :

1,72 pour 100 (Sachs, *Physiologie végétale*, p. 841),
1,66 pour 100 (P. C. et H. P.).

(2) P. C. et H. P.

» M. Dubrunfaut pense que les betteraves renferment une proportion d'asparagine qui peut s'élever à 2 ou 3 pour 100 du poids des racines.

» Si l'on ajoute de l'asparagine à un jus de betteraves et qu'on traite ensuite la solution par l'acétate tribasique de plomb, le liquide filtré, quoique alcalin, possède un pouvoir rotatoire +, plus élevé que celui du même jus additionné d'acétate tribasique de plomb (1). Exemple :

1° Jus de betterave. P. R. correspondant à sucre....	$9^{gr},58$ pour 100^{cc}
2° Même jus additionné de 1^{gr} d'asparagine........	10,13
Différence..............	0,55 (2)

» En étudiant les propriétés optiques des solutions d'asparagine, nous avons reconnu que l'acide acétique, en proportion suffisante, détruit le pouvoir rotatoire de l'asparagine. Exemple :

On a ajouté 10^{cc} d'acide acétique à 8°, au jus n° 2. Le pouvoir rotatoire correspondait à : sucre.................................... $9^{gr},60$

» Il résulte de là que, en raison de la présence fréquence de l'asparagine dans les jus de betteraves, le titre saccharimétrique est généralement trop élevé. Dans certains cas, l'écart entre les titrages, avant et après addition d'acide acétique, peut s'élever à : sucre $0^{gr},7$ pour 100^{cc} (2).

» Nous ajouterons qu'il ne suffit pas (après traitement par le sous-acétate de plomb) d'acidifier la liqueur par de l'acide acétique, mais qu'une proportion de 10 centimètres cubes d'acide à 8 degrés pour 100 centimètres cubes de jus est toujours suffisante.

» La faible alcalinité des jus ne paraît pas détruire entièrement l'asparagine (libre ou combinée) pendant la concentration, et les mélasses de betteraves et de cannes présentent souvent aussi la réaction que nous avons signalée pour les jus. Exemple :

Mélasse étendue et additionnée de 10^{cc} pour 100 d'acétate de plomb tribasique. Sucre pour 100^{cc}..................................	2,88
Mélasse étendue et additionnée de 10^{cc} pour 100 d'acide acétique. Sucre pour 100^{cc}..................................	2,79

Soit une différence de 0,09 de sucre, correspondant à $\frac{3,1}{100}$.

(1) Dans ces essais comparatifs, il est nécessaire d'employer des volumes égaux d'acétate de plomb, de même concentration.

(2) Après un certain temps de conservation, les betteraves ne paraissaient plus contenir d'asparagine.

(3) La réaction inverse se produit si l'on emploie une quantité insuffisante d'acétate de plomb; aussi, dans la recherche de l'asparagine, doit-on éviter de précipiter l'excès d'acétate à l'aide du sulfate de soude.

» Si la mélasse renfermait 50 pour 100 de sucre, on aurait commis par l'essai direct une erreur de $1^{gr},5$.

Même mélasse étendue, additionnée de 20^{cc} pour 100 d'acétate de plomb. Sucre..		$3^{gr},02$
» » 40 »	» ..	3,19

» Il résulte de ces essais que le pouvoir rotatoire de l'asparagine augmente avec la proportion d'acétate de plomb, sans doute en raison de l'alcalinité de ce composé.

» *Méthode de dosage de l'asparagine.* — Soit un jus de betteraves, correspondant à une déviation de 300 divisions du saccharimètre Laurent :

Déviation après addition d'acide acétique......................	283 divisions.
Déviation du jus normal, après addition de 2 grammes d'asparagine.	325 » (1).

» D'où l'on déduit :

» 1° la différence de déviation entre le jus normal et additionné d'asparagine 325-300 représente 25 divisions, correspondant à 2 grammes d'asparagine.

» 2° Différence entre le jus normal et le même jus après traitement par l'acide acétique, $300 - 283 = 17$ divisions; on a $\frac{25}{2} = \frac{17}{x}$, d'où $x = 1^{gr},36$ d'asparagine pour 100 centimètres cubes.

» Nous avons constaté par des essais directs que, pour des jus sucrés, renfermant une proportion d'asparagine inférieure ou égale à 3 pour 100, et additionnés de 10 centimètres cubes pour 100 de sous-acétate de plomb (à 34° B.), la déviation du plan de polarisation est exactement proportionnelle à la quantité d'asparagine.

» On ne doit pas conclure de l'essai précédent que dans tous les jus de betteraves une différence de déviation correspondant à 25 divisions, entre l'essai direct et acétique, représenterait $1^{gr},36$ d'asparagine. La composition variable des jus peut modifier le volume du précipité de plomb et, par suite, l'alcalinité de la liqueur. »

---

(1) Déduction faite, dans tous les cas, de l'augmentation de volume due à l'addition du sous-acétate de plomb et de l'acide acétique.

PALÉONTOLOGIE. — *Les Éléphants du mont Dol, essai d'organogénie du système des dents mâchelières du Mammouth* (deuxième Communication) (1); par M. SIRODOT.

(Renvoi à l'examen de M. P. Gervais.)

« *Deuxième phase.* — Le sommet antérieur de la couronne offre les premières traces d'usure. L'ossification de la dent, à l'époque où le sommet antérieur de la couronne vient se placer dans le prolongement de la surface des triturations, est encore fort incomplète; en général, quel que soit le nombre des collines qui la composent, les trois premières seules sont entièrement solides et forment un premier groupe, fréquemment rencontré à l'état d'isolement. La base de la quatrième est encore très-nettemen excavée; à la cinquième, l'excavation s'élève plus haut dans la partie centrale; à la sixième, plus haut encore; et ainsi de suite, de telle sorte que, si le nombre en est assez grand, les dernières ne sont constituées que par une mince enveloppe solide superficielle. Alors, des prolongements lamellaires du bulbe dentaire, les trois premiers sont effacés, et la rétraction des suivants est en raison inverse de leur numéro d'ordre, à partir du quatrième.

» La formation du cément suit une marche parallèle à celle des collines; dans la seconde moitié de la dent, sur les faces latérales internes et externes encore immergées dans les maxillaires, les collines sont séparées par des sillons dont la profondeur s'accuse de plus en plus, d'avant en arrière et du sommet à la base de la couronne; dans la région postérieure, les enveloppes de cément de deux collines consécutives ne sont soudées que sur une bande médiane s'étendant du sommet à la base. Il faut en conclure que les lobes du sac dentaire coiffant les collines encore libres s'effacent progressivement d'avant en arrière, d'abord au sommet de la couronne, plus tardivement sur les faces latérales. A cet état, la constitution définitive de l'enveloppe générale de cément ne paraît donc pas s'étendre beaucoup au-dessous de la ligne d'intersection de la surface de la partie émergée de la couronne avec la surface du maxillaire.

» A ce degré d'ossification de la couronne, les pièces pourvues de racines sont tout à fait exceptionnelles. Faut-il en conclure, avec quelques anatomistes, que ces racines peuvent faire absolument défaut? Ce serait une erreur. La formation des racines est postérieure à celle de la couronne, et leur solidification s'accomplit progressivement de la base vers l'extrémité

(1) Voir les *Comptes rendus* de la séance du 27 mars.

libre, et de dehors en dedans. Or, chez les Éléphants, les racines sont presque exclusivement formées d'ivoire, et, comme cette substance est très-friable, elles ne peuvent échapper aux détériorations que subissent les fossiles, qu'autant que leur paroi solide a acquis une épaisseur suffisante. La préparation, au laboratoire, d'échantillons rapportés avec la gangue a donné la preuve que la première racine aux molaires inférieures, la première ou les deux premières aux molaires supérieures, sont nettement détachées de la région basilaire commune, avec une épaisseur de parois variant de 1 à 3 millimètres, suivant le numéro d'ordre de la dent; que celle qui suit immédiatement est indiquée; qu'il n'y a pas de trace des autres.

» La délimitation de la base des premières racines a circonscrit, dans la région antérieure de la dent, une *cavité infracollinaire*, occupée par la branche antérieure de l'arc figuré par la partie basilaire du bulbe. La comparaison avec des états antérieurs montre que cette branche s'est rétractée, de toute la distance qui sépare le point d'origine de la première colline de celui de la troisième. Or, comme la première colline se détache aux trois cinquièmes, environ, de la hauteur de la face antérieure de la dent, tandis que l'origine de la troisième se trouve à la base de la même face, les trois cinquièmes de la face antérieure résultent de l'ossification de la région basilaire de la racine. Cette particularité fixera les idées sur la disposition que Falconner appelle le *talon*.

» A ce degré d'ossification, la couronne de la très-grande généralité des échantillons est incomplète; sa conservation est plus parfaite aux molaires supérieures, en raison de leur forme, et d'autant mieux que l'épaisseur des collines est plus faible. Néanmoins, leur classification, fondée sur le groupe des trois premières collines, peut être sérieusement établie.

» *Troisième phase.* — La face antérieure est rasée et la surface de trituration descendue, latéralement, au niveau du collet de la première racine. A cet état de développement et d'usure, la face antérieure de la molaire n'existe plus, la surface de trituration s'étend sur un nombre de collines variable avec le numéro d'ordre de la dent et l'angle sous lequel elle coupe les collines; la couronne est complétée sur les faces latérales, à l'exception des sixièmes molaires supérieures à collines épaisses, pour lesquelles les sillons latéraux sont encore très-accusés; les racines, définitivement constituées sur la moitié antérieure, sont incomplètes. Au delà, la cavité infracollinaire, remplie antérieurement, est libre en arrière et laisse voir la base des collines postérieures le plus souvent excavée; enfin la branche antérieure de l'arc du bulbe dentaire est en grande partie rétractée, et les

prolongements lamellaires du bulbe, en voie d'effacement, n'existent plus qu'à la base de la dernière racine. La constitution, la disposition et le nombre des racines, le mode de remplissage de la cavité infracollinaire sont les deux points les plus importants à établir.

» Toutes les molaires, à l'exception des sixièmes et dernières, sont représentées, dans la collection, par quelques pièces dont les racines, restaurées avec le plus grand soin, sont assez complètes pour donner une idée exacte de leur structure, de leur forme, de leur disposition et de leur nombre. Les racines antérieures, entièrement solides, sont formées d'une masse d'ivoire revêtue d'une mince couche de cément; la dernière, très-grosse, n'est constituée que superficiellement; les autres sont à des états intermédiaires. Le nombre des racines est variable avec le numéro d'ordre de la dent, à compter de la deuxième, toujours plus grand aux molaires supérieures qu'aux inférieures. La première et la dernière sont impaires, les intermédiaires sont disposées par paires aux molaires inférieures, mais alternent sur les faces latérales aux supérieures. Toutes droites ou divergentes aux molaires supérieures, elles sont régulièrement infléchies en arrière aux inférieures. Enfin les racines des dents supérieures sont fréquemment creusées de sillons profonds sur la face latérale.

» Le remplissage de la cavité infracollinaire est réalisé, en premier lieu et pour la plus grande partie, par la formation continue du tissu de l'ivoire à la surface de la partie basilaire du bulbe, qui se rétracte proportionnellement; en second lieu, par le prolongement du lobe compris entre la base excavée de deux collines consécutives et qu'on peut appeler *lobe intercollinaire*. Ce second mode de remplissage peut, en quelque sorte, se lire sur la surface d'usure, lorsqu'elle atteint le collet de la racine; la section des lamelles d'émail se détache sur un fond d'ivoire, et ces lamelles ne circonscrivent plus l'ivoire, mais bien le cément; le biseau du coin de cément qui sépare deux collines descend donc jusqu'à la base des racines principales. L'activité persistante de la membrane préformatrice de l'émail, au sommet de l'angle occupé par le biseau du coin de cément, se manifeste, dans l'intérieur de la cavité infracollinaire, par un bourgeonnement sous forme de petits mamelons ou de pointes aiguës, sur le bord libre du lobe intercollinaire. C'est à des phénomènes du même ordre qu'il faut attribuer les prolongements digitiformes, si remarquables, à un état antérieur, sur le lobe compris entre la deuxième et la troisième colline. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les effets optiques de neiges lamellaires flottant horizontalement.* Note de M. **W. de Fonvielle**. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Physique.)

« C'est à l'aide de ces lamelles que Bravais a expliqué la formation des colonnes de lumière qui accompagnent quelquefois le déclin du Soleil.

» Le 1er avril courant, j'ai vu, vers 5^h30^m du soir, une colonne de lumière émanant du Soleil et ne pouvant s'expliquer en effet que par réflexion sur un nuage de lamelles horizontales faisant miroir.

» Mais Bravais pense que ces lamelles horizontales sont jointes deux à deux normalement par un prisme à six pans réguliers, dont les dimensions sont bien moindres. L'observation du 1er avril paraît prouver que la forme de la neige était beaucoup plus simple que le célèbre auteur de la théorie des halos ne le croit nécessaire.

» En effet, ni moi ni les personnes auxquelles j'ai montré ce beau phénomène, nous n'avons vu de trace du petit halo formé par les dièdres de 60 degrés verticaux, tandis qu'on voyait un fragment du grand halo produit par les dièdres de 90 degrés. Les couleurs de cet arc étaient magnifiques, et l'arc était accompagné d'un périhélie éblouissant. Ces détails montrent combien le phénomène, quoique partiel, était intense.

» Une observation que j'ai faite le 5 décembre 1875 prouve directement que la neige lamellaire n'a pas besoin d'être associée à un cristal prismatique pour se maintenir horizontale, non-seulement en flottant, mais même en descendant dans l'air, c'est-à-dire pour donner naissance aux colonnes de lumière. La neige du 5 décembre était d'une délicatesse extraordinaire. Elle était formée d'une combinaison d'hexagones et de pennes régulièrement orientées suivant les directions de l'hexagone étoilé. Elle descendait si lentement, qu'il était facile de s'assurer qu'elle conservait une horizontalité parfaite en s'approchant de la surface de la terre. On n'y voyait pas la moindre trace de prismes. La neige du 1er avril devait avoir une disposition analogue. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la catastrophe du Grand-Sable (district de Salazie), île de la Réunion.* Deuxième Note de M. **Vinson**, présentée par M. Morin.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Dans une première Note que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie sur la catastrophe du Grand-Sable, à l'île de la Réunion, arrivée dans

la journée du 26 novembre 1875, je terminais le récit de ce lugubre événement dans les termes suivants :

« Un dernier fait qui mérite d'être pris en considération, c'est que le volcan de l'île de la Réunion, en éruption pour ainsi dire permanente autrefois, est silencieux depuis de longues années. Privée de cet exutoire, l'île de la Réunion peut être l'objet d'un travail de feu souterrain dont le mouvement, produit ailleurs, peut offrir une explication naturelle à la catastrophe du Grand-Sable. »

» La prophétie scientifique que je signalais d'une façon aussi claire et aussi précise ne tarda pas à s'accomplir. Dans la soirée du 11 décembre 1875, une éruption volcanique se faisait en son lieu ordinaire et sortait du piton de la Fournaise, éclairant toutes les localités environnantes.

» Les habitants du quartier Saint-Philippe, voisins de la bouche ignivome, comprirent alors pourquoi, à l'heure de la catastrophe du Grand-Sable, eux aussi avaient éprouvé une commotion simultanée.

» Cette éruption du volcan de l'île de la Réunion, consécutive à la catastrophe du Grand-Sable, dura trois jours et trois nuits, et fut surtout dans son plus grand éclat dans la soirée du 11 décembre 1875, c'est-à-dire seize jours après le terrible événement dont nous avons parlé.

» En même temps que ces faits se passaient au piton de la Fournaise, qu'observait-on sur le lieu de la catastrophe du Grand-Sable?

» Les amoncellements de ce plateau se modifiaient, le centre se déprimait. Des eaux boueuses sortaient de la base du Gros-Morne non détruit, mais dont une arête seule s'était détachée le 26 novembre. Ces eaux grisâtres s'accumulaient à la façon d'un grand lac sur le terrain de la catastrophe et en amont du torrent des Fleurs-Jaunes; puis, par un rebord déchiré et éboulé, cette eau boueuse, puante et grisâtre, excessivement épaisse, se jetait dans le lit même de la rivière des Fleurs-Jaunes et courait se répandre dans la rivière du Mât, dont elle troublait complétement les eaux à son point de jonction avec la première.

» Le quartier Saint-André, qui reçoit ses eaux de dérivation de la rivière du Mât, dut y renoncer et les rendre à leurs cours naturel. Les animaux refusaient de les boire; les anguilles et les poissons contenus dans son sein périrent tous rejetés sur ses bords. On les recueillait par paniers, mais personne ne voulut s'en nourrir.

» Là ne s'arrêtèrent point les phénomènes observés dans la physique de l'île depuis la catastrophe du Grand-Sable. Un fait plus significatif vint s'ajouter à ceux que nous venons d'énumérer.

» Le 3 février 1876, à $10^{h}10^{m}$ du matin, un tremblement de terre précédé de détonation au Grand-Sable s'est fait sentir dans toute la circon-

scription de Salazie, particulièrement à Saint-Martin-de-Salazie et au village du Petit-Sable. Le roulement et l'oscillation sont venus se perdre au Chaudron, en suivant le lit de la rivière des Pluies, c'est-à-dire le trajet le plus direct du centre au rivage.

» Entre la source thermale de Salazie et le village, un employé supérieur des eaux et forêts, en tournée, a constaté, avec les gardes qui l'accompagnaient, la production du phénomène avec détonation.

» Sur une habitation de la rivière des Pluies, celle de M. Gilot, ce tremblement de terre est ressenti par le directeur du Crédit foncier et les divers membres de sa famille, à $10^h 10^m$ du matin.

» Plus bas, une bande d'Indiens, prise de terreur et de panique, veut quitter le travail.

» Ainsi, à partir du désastre du Grand-Sable, les forces souterraines qui l'ont produit, encore en émoi, continuent à se manifester sous diverses formes dont nous n'avons énuméré ici que les principales.

» Elles se manifestent donc d'une manière successive et irrécusable :

» 1° Par une éruption volcanique; 2° par une irruption d'eau boueuse sortant des pieds du Gros-Morne; 3° par un tremblement de terre qui, parti de ce centre, descend vers le point le plus direct du littoral, où il est constaté par des personnes placées en divers points sur son trajet.

» Ces faits subséquents, rapprochés de ceux qui ont accompagné la catastrophe du Grand-Sable, ont, avec les premiers, une telle connexité qu'on ne saurait les en séparer, et les uns et les autres ne sauraient être envisagés autrement que comme des phénomènes volcaniques.

» Bien que, géologiquement, la chose soit possible et qu'on ait vu, comme pour le Vésuve, le réveil des volcans dans leurs cratères éteints ou dans les lieux où ils avaient passé, la catastrophe du Grand-Sable n'implique point, de la part des forces souterraines, une tentative pour la formation d'un nouveau cratère; mais tout concourt à nous présenter, dans cette convulsion géologique si désastreuse, le fait d'un tremblement de terre partiel et terrible.

» L'éboulement d'une arête du Gros-Morne n'a été que la conséquence de ce fait.

» Des personnes éclairées et très-compétentes osent même affirmer que pas *un débris* du pan du Gros-Morne n'est arrivé sur le plateau si prodigieusement exhaussé du Grand-Sable; que tout a été vomi par les entrailles de la terre, réalisant au lendemain cette expression du seul témoin à M. le Gouverneur : *Monsieur, c'était comme une marmite qui bout!*

» La catastrophe du Grand-Sable a donc été l'effet terrible et instantané du travail du feu souterrain, qui préparait l'éruption normale qui l'a suivie.

» Cette action des forces souterraines a été effectivement accompagnée de tous les phénomènes propres aux tremblements de terre de grande intensité : détonation, éboulement, commotion, trépidation, effondrement, soulèvement (1), éboulements, projection de pierres (2) et de poussière volcanique.

» Puis sont venus les phénomènes subséquents qui font l'objet de la Note que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à la connaissance et au jugement de l'Académie. Leur exposé est, de plus, un complément inséparable de notre premier récit. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur l'éboulement du Grand-Sable à Salazie (île de la Réunion).* Extrait d'une Lettre de M. CASSIEN, médecin en chef de l'hôpital de Salazie, communiquée par M. Ch. Sainte-Claire Deville (3).

« 1er mars 1876.

» Je me suis rendu à la hâte sur les lieux, pensant pouvoir porter secours à quelques habitants plus ou moins grièvement blessés; mais la nature ne m'avait rien laissé à faire. Tous ceux dont les maisons étaient situées sur le passage de l'éboulement avaient été ensevelis sans possibilité de secours.

» Dès mon arrivée sur les lieux, je me rendis parfaitement compte de la manière dont les choses s'étaient passées, et, dès le lendemain, j'adressai au médecin en chef un rapport dans lequel j'annonçais que le cataclysme était dû à un simple éboulement, et que je n'avais constaté aucun phénomène indiquant le réveil de l'action volcanique dans cette localité. Je n'ai, en effet, constaté nulle part une élévation de température du sol, nulle vapeur acide ou sulfureuse, nul bruit souterrain. La surface de l'éboulis ne me présenta que des roches d'ancienne formation.

---

(1) On trouve des fragments de pierres portant, quoique anciennes, des traces de contacts récents avec l'action volcanique; d'autres des traces de métaux refroidis après sublimation : des pyrites de cuivre notamment y adhèrent sous forme de gouttelettes microscopiques. Ces pierres, portées à la surface, ont été arrachées violemment des profondeurs du sol.

(2) Outre de semblables pierres, on trouve au Camp-de-Pierrot des roches *chargées de mousse et de limons récents*, qui, du fond du lit de la rivière des Fleurs-Jaunes, c'est-à-dire d'une profondeur de 70 mètres, ont été lancées à 2 kilomètres, horizontalement non, mais de *bas en haut*, pour sortir du gouffre.

Bien des faits ici se rapprochent du tremblement de terre de la petite ville de Polistina en 1783, et d'autres tremblements de terre éprouvés dans l'Amérique. La similitude est telle, qu'une catastrophe semble avoir été copiée dans tous ses détails sur la plus récente.

(3) Cette lettre est adressée à M. Vélain.

» Les habitants qui ont survécu, et, parmi eux, ceux qui habitaient les deux cases représentées dans mon croquis n° 4, et qui ont glissé avec le terrain sur un parcours de 150 mètres environ, tous ces habitants, dis-je, me déclarèrent avec unanimité que le cataclysme s'était fait instantanément, qu'il n'avait été précédé d'aucun bruit souterrain, d'aucune commotion, d'aucune trépidation du sol. Quelques secondes à peine avaient suffi pour produire cet affreux événement.

» Un créole qui habitait la plaine des Merles, et dont la maison, après l'événement, s'est trouvée à quelque mètres seulement de l'éboulis, m'a raconté qu'au moment de la catastrophe il fumait sa pipe dans sa maison, appuyé contre la porte, pendant que sa femme et ses enfants achevaient leur repas. Il entendit tout à coup un immense fracas et ressentit une grande secousse. Il se redressa de suite et sortit pour se rendre compte de ce qui était arrivé : « Je dominais le plateau du Grand-Sable, nous dit-il, et cependant je ne vis presque » rien : un immense nuage de poussière couvrait l'emplacement du village. Je vis quelques » grosses roches sauter les unes sur les autres, mais cela dura à peine le temps de se regar- » der, et avant que j'eusse pu me rendre compte de ce qui se passait, tout était fini. » Je vous cite textuellement ses paroles.

» Je parcourus les lieux en tous sens, malgré les éboulements qui se produisaient encore, et je pus, dès cette première visite et malgré les nuages qui couvraient le sommet de la montagne (dessin n° 4), apprécier le mécanisme de l'éboulement. Il y avait et il y a encore une vallée ou plutôt une dépression peu profonde entre la base de la montagne et le plateau du Grand-Sable recouvert par l'éboulement, et c'est l'existence de cette dépression qui a fait croire à une action volcanique. Les partisans de cette opinion ne tiennent pas compte de la hauteur d'où se sont détachées les roches qui sont venues recouvrir le Grand-Sable. J'évaluai cette hauteur à 1000 mètres au-dessus du plateau, et les mesures faites postérieurement par M. Déramond indiquent 1200 mètres. Parties de cette hauteur, les masses basaltiques, dont plusieurs mesurent plusieurs millions de mètres cubes, ne doivent pas s'arrêter au pied de la montagne, elles doivent franchir une certaine distance et même remonter contre une pente opposée. Elles ont donc parfaitement pu franchir la dépression que je vous ai signalée et venir recouvrir le plateau du Grand-Sable, peu distant du pied de la montagne.

» Les terrains bouleversés n'ont pas tous été recouverts par les roches tombées du Gros-Morne. Il y a deux surfaces parfaitement distinctes, que j'ai indiquées dans la petite carte que je joins à ma lettre, et qui, avec les dessins, vous donnera, je crois, une idée exacte des lieux. La partie teintée en rouge indique les terrains couverts par l'éboulis du Gros-Morne, et la partie teintée en jaune indique ceux qui ont été couverts par la désagrégation du piton du Grand-Sable.

» Ce piton du Grand-Sable avait, avant l'événement, une hauteur de 150 mètres environ, peut-être même 200 mètres. Il forme actuellement une butte qui n'a pas plus de 40 mètres dans sa partie la plus élevée. Qu'est-il arrivé ? Les masses basaltiques détachées du Gros-Morne sont venues frapper ce piton isolé, qui, sous ce choc formidable, s'est désagrégé, s'est disloqué et a couvert de ses débris toute la partie qui le séparait du Camp-de-Pierrot en comblant le lit du bras des Fleurs-Jaunes.

» Mon dessin n° 5 a été pris d'un monticule situé en dehors des terrains bouleversés; je l'ai fait avec le plus grand soin, m'appliquant surtout à indiquer avec exactitude le relief des montagnes.

» Quelle est la cause de l'éboulement? Dès le premier jour je l'attribuai, comme vous, à l'action des eaux, et particulièrement à l'affaissement de profondes excavations produites par l'action dissolvante de l'eau de la fontaine pétrifiante, qui se trouvait précisément au pied du Gros-Morne, au centre de l'éboulis. L'eau de cette source abondante était fortement chargée de carbonate de chaux, et elle avait formé un énorme massif de tuf ou travertin contre les flancs de la montagne.

» La source thermale de Salazie n'a pas varié de température sous l'influence de l'éboulement du Grand-Sable. Comme par le passé, cette température est de 32°,8 à 32°,9. Il en est de même pour la source Cilaos. Si l'action volcanique s'était réveillée du côté de l'ancien cratère, il me semble qu'il y aurait eu du changement soit dans le volume, soit dans la température de ces sources, qui sortent du massif des Salazes.

» Je suis allé six fois au Grand-Sable, et je n'ai jamais constaté le plus léger signe d'éruption volcanique. Lors de ma seconde excursion, nous avons été témoins d'un ébranlement considérable. Comme presque toujours, le sommet de l'éboulis était dans les nuages, et nous avons entendu une forte détonation accompagnant la chute d'énormes blocs de pierre qui se sont arrêtés dans une anfractuosité située à mi-hauteur de l'éboulement. De cet endroit s'est élevé un épais nuage de poussière, qui a persisté pendant plus d'une heure.

» Ce sont des phénomènes semblables que le curé de la Grande-Ilette et les habitants de cette localité ont pris pour des bruits souterrains et des jets de vapeur et de fumée.

» Vous me parlez du Rapport du Dr Vinson à l'Académie. Ce Rapport est rempli d'inexactitudes d'un bout à l'autre. Du reste, M. Vinson l'a écrit sans même s'être donné la peine d'aller sur les lieux.

» 1° Le Camp-de-Pierrot a été couvert de terre végétale et non de pouzzolane;

» 2° La catastrophe n'a été précédée d'aucun tremblement de terre : les habitants, comme je vous l'ai dit, ont tous été unanimes à le déclarer.

» Avant de terminer ma lettre, je veux vous parler d'un fait qui s'est passé en 1857. Au Trou-Blanc, c'est-à-dire dans le voisinage de l'éboulement du Grand-Sable, mais sur le versant opposé du piton Carré, eut lieu une véritable inondation de boue assez épaisse, qui se fit jour par une crevasse située au pied de la montagne.

» M. Cremazy, dès le lendemain de la catastrophe du Grand-Sable, nous dit que, à votre passage à Salazie, vous aviez prédit ce qui est arrivé. »

M. Ch. Sainte-Claire Deville, à l'appui de cette Communication, met sous les yeux de l'Académie la carte et les dessins adressés par M. le Dr Cassien, et ajoute qu'il est plus que jamais convaincu que rien, absolument rien, dans cet événement, ne rappelle, de près ni de loin, un phénomène volcanique.

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Sur la catastrophe du puits Jabin* (*4 février* 1876). Note de M. A. RIEMBAULT, présentée par M. Cl. Bernard. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Commission du Concours de Médecine et de Chirurgie.)

« Des faits certains démontrent que la poussière de charbon, fine, impalpable, suspendue et incorporée dans l'air, comme il arrive dans les houillères sèches, est explosible.

» Le 4 février, il est probable que du grisou en petite quantité (car un ventilateur puissant lance, dans les travaux du puits Jabin, 20 mètres cubes d'air par seconde et détermine un courant qui entraîne les gaz au fur et à mesure qu'ils se produisent et n'en permet pas l'accumulation), il est probable, dis-je, que du grisou en petite quantité a été enflammé sur un point, ce qui a mis le feu aux poudres charbonneuses. Celles-ci, sous l'influence d'une température élevée, dégagent les gaz qu'elles contiennent, lesquels gaz font explosion au contact d'une flamme; de là, orage, tourbillons, soulèvement des poussières des galeries et entretien par là même du fléau qui s'alimente en marchant et ravage tous les travaux. Après la catastrophe, on a trouvé dans toutes les galeries poudreuses du puits Jabin des croûtes de coke adhérentes au bois, aux parois, sur le sol; elles manquent dans les galeries au rocher; elles reparaissent là où il y a du charbon. Ce coke est bien évidemment le résultat d'une combustion de houille; on ne peut donc pas révoquer en doute l'inflammation des poussières. D'autre part, on sait que le charbon du puits Jabin donne à une distillation complète 20 mètres cubes de gaz par 100 kilogrammes. Les croûtes de coke, produites par une combustion imparfaite, contenaient encore 15 mètres cubes de gaz par 100 kilogrammes. Donc une tonne de poussière soulevée et enflammée a donné 50 mètres cubes de gaz, c'est-à-dire un mélange explosible de 500 mètres cubes environ. Ces chiffres sont significatifs. En résumé, le coup de grisou a enflammé la poussière de charbon qui a causé tout le mal ou à peu près.

» Le 4 février, 211 ouvriers étaient dans les travaux du puits Jabin. 186 ont péri sur place, 25 en ont été retirés vivants; ceux-ci étaient tous atteints d'intoxication par les gaz délétères, presque tous de brûlures, quelques-uns de contusions, de fractures. 3 sont morts; les autres sont guéris ou en voie de guérison. Les morts qui sont restés dans la mine ont pér asphyxiés ou empoisonnés par l'oxyde de carbone. Fait : en décembre 1871 ,

dans le même puits Jabin, eut lieu une catastrophe analogue à celle du 4 février. 25 mineurs se trouvaient dans des travaux qui ne furent pas atteints; résolus à sortir, ils vinrent à la recette du puits du Gagne-Petit par où sortaient les gaz, le mauvais air; on les trouva tous assis à terre, le dos appuyé au mur : ils étaient morts, et leurs lampes brûlaient entre leurs jambes à un niveau plus bas que leurs têtes. Il ne pouvait donc être question d'asphyxie! Je ne vois que l'oxyde de carbone capable de pareils effets.

» Est-ce que, dans les coups de grisou, les ouvriers peuvent *avaler le feu?* Oui. J'ai fait, il y a une dizaine d'années, une autopsie dont j'ai publié la relation : la muqueuse des bronches était brûlée. J'ai, en outre, cité plusieurs cas qui paraissent concluants, bien qu'ils n'aient pas été éclairés par l'examen nécroscopique. Dans le courant du mois de février dernier, j'ai pu autopsier un ouvrier mineur et 15 chevaux brûlés, le 4, dans la mine: résultats négatifs quant aux brûlures internes. Cela n'est pas surprenant; pour qu'il en eût été autrement, il eût fallu qu'hommes et animaux eussent été plongés dans l'atmosphère explosible au moment où elle a été enflammée. Or la plupart ont été frappés dans des galeries où l'air était bon, où il n'y avait pas de grisou et qui ont été traversés par l'orage.

» D'après l'explication que j'ai proposée, l'air contenu dans les poumons de l'ouvrier, faisant partie de l'atmosphère explosible, s'enflamme comme elle et par continuité. Les autopsies des victimes du 4 février ont du moins apporté un argument décisif en faveur de l'introduction directe des poudres de charbon dans les poumons. La trachée et les bronches, surtout chez les chevaux, qui séjournent constamment dans les mines, en étaient remplies.

» *Conclusion.* — Les accidents de mines font quelques victimes; mais la poussière de charbon est autrement redoutable. J'ai démontré, pièces en mains, que dans les houillères sèches la poussière de charbon très-ténue, impalpable, incorporée à l'air des galeries, pénètre dans les poumons des ouvriers, s'y accumule et finit par les encombrer. Au bout de six ans de séjour consécutif dans les mines, la couleur des poumons d'un mineur est déjà altérée; au bout de douze, elle est bleuâtre; au bout de seize, elle est uniformément noire; au bout de vingt, elle est celle du charbon lui-même, et les désordres fonctionnels apparaissent : le catarrhe et l'emphysème se déclarent, la santé est perdue, et la mort n'est pas loin.

» C'est par milliers qu'il faut compter chaque année les victimes de l'encombrement charbonneux. Il ne décime pas les ouvriers, il les tue tous sans exception, au bout d'un petit nombre d'années.

» Le moment est venu de proclamer cette vérité; car, ainsi que je l'ai dit ailleurs, le remède est trouvé : un filet d'eau, moyen simple, peu coûteux, qui préviendra les explosions pareilles à celle du 4 février, et qui surtout préservera les ouvriers contre l'encombrement charbonneux. »

VITICULTURE. — *Sur l'éclosion de l'œuf d'hiver du Phylloxera de la vigne.* Lettre de M. **Balbiani** à M. Dumas.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Paris, le 9 avril 1875.

» J'ai l'honneur de vous annoncer qu'en inspectant ce matin à la loupe une certaine quantité d'œufs d'hiver, que j'avais recueillis quelques jours auparavant (il y en avait une vingtaine sur un même morceau de sarment long de 19 centimètres), mon attention fut immédiatement attirée par un point jaune qui se trouvait parmi ces œufs. C'était un jeune Phylloxera parfaitement éclos! L'éclosion devait être récente; car, la veille au soir, tous les œufs étaient encore bien intacts, et le jeune individu portait encore à son extrémité postérieure l'enveloppe de l'œuf, sous forme d'une membrane chiffonnée et noirâtre.

» Pendant près de deux heures, il garda une immobilité absolue, mais tous ses appendices, pattes et antennes, étaient entièrement déployés et bien visibles. Au bout de ce temps, il se mit en mouvement et prit bientôt une allure fort vive, à la surface de la lamelle d'écorce qui le portait.

» Par l'inspection microscopique, je pus me convaincre que le produit de l'œuf d'hiver, qui, selon toutes les analogies, représente la mère fondatrice des colonies souterraines, constitue réellement une quatrième forme spécifique du Phylloxera de la vigne; car il présente des caractères qui l'éloignent de toutes les autres formes connues jusqu'ici. On peut le définir en disant qu'il tient le milieu entre la femelle dioïque, ou qui ne se reproduit qu'à la suite d'un accouplement, et la femelle parthénogénique, dont la multiplication se fait sans le concours du mâle (1).

» Il leur est d'abord intermédiaire par la taille, qui est de $0^{mm},42$ de long sur $0^{mm},16$ de large (2). Au sexué femelle, il ressemble par sa forme

(1) Il est bien entendu que je n'ai en vue, dans cette comparaison, que l'état jeune des trois formes du Phylloxera dont il est parlé ci-dessus, ne connaissant pas encore les changements que les progrès de l'âge pourront amener dans le produit de l'œuf d'hiver.

(2) Les dimensions du sexué femelle, au moment de l'éclosion, sont de $0^{mm},52$ de long

allongée, ses antennes longues et déliées, à article terminal fusiforme et atténué à sa base, tandis que, chez le jeune aptère des racines, cet article est court et massif, à pointe coupée extérieurement en biseau. Par contre, il se rapproche de ce dernier par la présence d'un rostre bien développé, dont la pointe s'avance jusque vers le milieu de l'abdomen, ainsi que par l'état rudimentaire de son appareil de reproduction, où l'on n'observe rien qui ressemble à l'œuf volumineux que renferme déjà le sexué femelle au moment de l'éclosion.

» En un mot, le Phylloxera sorti de l'œuf d'hiver et qui recommence le cycle de reproduction participe à la fois des caractères de la forme maternelle dont il est issu par génération binaire, et de ceux de la longue lignée de descendants qu'il produira lui-même par génération solitaire ou parthénogénésie.

» L'individu qui m'a servi pour la description précédente étant le seul de sa génération que j'aie encore obtenu jusqu'ici, je ne puis rien dire, en ce moment, des mœurs de ces Phylloxeras printaniers; mais, parmi les œufs qui se trouvaient sur le même fragment de cep, il en est plusieurs qui renferment un embryon bien développé, ainsi qu'on peut le reconnaître aux deux points oculaires rouges, visibles à travers les téguments de l'œuf. Si je suis assez heureux pour être témoin de leur sortie, ils pourront me servir pour quelques expériences, en les transportant sur des plants de vigne enracinés dans des pots, tenus prêts à cet effet. Mais c'est surtout en pleine campagne qu'il y aurait de l'intérêt pour la pratique à étudier les mœurs de ces insectes, ainsi que j'y ai invité les viticulteurs dans une Note publiée dans le *Compte rendu* du 20 mars et dans le *Journal officiel* du 22. »

MM. Michaux, E. Jaulin, Barre adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. Winnerl soumet au jugement de l'Académie la description d'un « système de balancier compensateur, applicable aux montres marines et à toute montre de précision ».

L'expérience a montré que le système compensateur généralement employé, et composé essentiellement de lames bimétalliques de forme circu-

---

sur $0^{mm},20$ de large, et celles de la femelle parthénogénique des racines de $0^{mm},36$ sur $0^{mm},18$ au même âge.

laire, ne donne pas une compensation rigoureuse des effets de la température. Les pièces additionnelles qui ont été employées ne peuvent réaliser le problème que par hasard, et au prix d'un travail exagéré. L'auteur s'est proposé de produire la compensation à l'aide d'un balancier d'une exécution simple, et facile à régler sans qu'il soit nécessaire de l'enlever.

Le système adopté par lui consiste essentiellement :

1° Dans l'emploi exclusif de lames bimétalliques planes;

2° Dans l'adaptation à ces lames de vis inclinées sur l'horizontale, d'un angle d'environ 45 degrés, portant les masses compensatrices, qui sont de simples écrous;

3° Dans le réglage aux températures par de petites modifications dans l'inclinaison de ces vis, et par le déplacement des écrous sur leur longueur.

(Commissaires : MM. Fizeau, Phillips, Bréguet.)

M. **Piarron de Mondésir** soumet au jugement de l'Académie une Note sur la composition de l'air atmosphérique.

Suivant l'auteur, les propriétés acquises par l'azote et par l'oxygène, dans le mélange qui constitue l'air, doivent être attribuées à des rotations des molécules, accompagnées d'une modification dans le volume de la masse gazeuse.

(Commissaires : MM. Boussingault, Berthelot.)

M. **Varangot** adresse à l'Académie des échantillons d'eau de mer, destinés à expliquer le phénomène connu sous le nom de « mer de lait ».

Suivant l'auteur, l'aspect laiteux serait dû à la présence de fougères marines, dont la décomposition serait produite par le mélange de l'eau de mer avec des eaux douces provenant, soit des fleuves voisins, soit des pluies si abondantes sous les tropiques.

(Commissaires : MM. de Quatrefages, Ch. Robin, Blanchard.)

M. **du Moncel** est adjoint à la Commission nommée pour l'examen des Mémoires adressés par M. *Neyreneuf*. En conséquence, cette Commission se composera de MM. Dumas, Jamin, du Moncel.

CORRESPONDANCE.

M. A. Gubler prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section de Médecine et de Chirurgie, par le décès de M. *Andral*.

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° « L'Anatomie et la Physiologie de l'abeille »; par M. *M. Girdwoyn;*

2° « Le Musée entomologique illustré; tome Ier : les Coléoptères »; par une réunion d'entomologistes;

3° « Les travaux publics de la France; 1re livraison »; Ouvrage publié sous les auspices du Ministère des Travaux publics et sous la direction de M. *L. Reynaud;*

4° Des « Instructions pour la culture de la truffe »; par M. *J. Valserres*.

MAGNÉTISME. — *Sur la théorie du contact d'épreuve.* Note de M. Bouty, présentée par M. Jamin.

« M. Jamin représente les *tensions* magnétiques y aux divers points de barres aimantées saturées, par une formule qui, dans le cas de barres cylindriques de longueur infinie, se réduit à

$$y = \frac{AB}{2}\sqrt{r}\,e^{-\frac{B}{\sqrt{r}}x}. \tag{1}$$

r est le rayon de la barre, A et B sont deux constantes.

» D'autre part, les expériences de Coulomb ont conduit Biot à représenter les quantités de magnétisme z, que les mêmes barres possèdent, par la formule

$$z = \frac{A'B'}{2}e^{-\frac{B}{r}x}, \tag{2}$$

qui ne peut être identifiée avec la formule (1) pour des valeurs quelconques de r.

» La différence des méthodes de mesure, fondées d'une part sur l'action au contact, d'autre part sur la détermination des moments magnétiques,

ne suffit pas à rendre compte de la divergence des deux formules. Le but de cette Note est de l'expliquer par des raisons théoriques.

» Je me servirai de l'analogie qui est la base de la théorie présentée aujourd'hui par M. Jamin, et je l'appliquerai aux quantités de magnétisme. Quand l'équilibre s'établit entre une barre aimantée et un contact de fer doux qui la touche en un de ses points, les quantités de magnétisme aux divers points du système seront distribuées comme le seraient les températures sur un système identique de deux barres de conductibilité différente. Préoccupons-nous seulement de la quantité de chaleur qui traverserait, dans cette hypothèse, la surface de contact. Celle-ci représente la quantité de magnétisme dissimulée de part et d'autre de la surface d'adhérence, pour reparaître sur la surface extérieure du fer doux. La tension magnétique, égale par définition à la racine carrée de la force d'arrachement, est mesurée par cette quantité de magnétisme, ou par ce flux de chaleur.

» Considérons, dans la barre et dans le fer doux réduit à un simple fil perpendiculaire à la surface de l'aimant, deux surfaces isothermes (isomagnétiques) infiniment voisines, séparées par la surface de contact. Soient σ l'étendue de cette surface, c et c' les quantités qui, dans la barre et dans le fil, jouent le rôle des coefficients de conductibilité. La surface σ reçoit de la barre une quantité de chaleur $-c\sigma\frac{du}{dx}$, en désignant par dx la distance normale à la surface isotherme considérée; elle rayonne de même vers la première surface isotherme de contact $-c'\sigma\frac{du'}{dx'}$, et il faut pour l'équilibre que l'on ait

$$(3) \qquad c\frac{du}{dx} = c'\frac{du'}{dx'};$$

et, comme la quantité de chaleur prise par le contact est négligeable, on a aussi

$$(4) \qquad u = u' = z.$$

» La quantité $-c\frac{du}{dx}$ mesure la tension au point considéré. Rien n'autorise *a priori* à la confondre avec la quantité z.

» La distinction des quantités de magnétisme et des tensions est donc parfaitement établie. Ce sont des grandeurs d'ordre différent; mais il pourra paraître utile de déduire la formule (1) des tensions de la formule (2) des quantités sans chercher à résoudre complétement le problème théorique d'où dépend la solution.

» Je me bornerai à présenter, à cet égard, les observations suivantes :

» 1° La quantité c, qui joue le rôle du coefficient de conductibilité des quantités dans une barre cylindrique de diamètre a, est proportionnelle à ce diamètre. Pour s'en convaincre, il suffit d'identifier la formule (2) à celle qui se rapporte à la conductibilité de la chaleur dans une barre de même section.

» 2° Bien que l'on ait $u = z$, on n'a certainement pas $\frac{du}{dx} = \frac{dz}{dx}$. La quantité $\frac{dz}{dx}$ est proportionnelle au rayonnement qui s'établit entre deux plans parallèles, infiniment voisins, c'est-à-dire est relative à la propagation s'effectuant dans un sens seulement, de telle sorte qu'une molécule n'a proprement à fournir qu'à une seule molécule. Le coefficient $\frac{du}{dx}$ au voisinage immédiat du contact correspond au contraire à une propagation s'effectuant dans tous les sens; une surface isotherme fournit à une surface d'étendue moindre, et ainsi de suite, jusqu'à zéro. En dehors de tout calcul rigoureux, il semble naturel d'admettre que, si la quantité de chaleur fournie dans le cas de la propagation à une dimension est représentée par une certaine fonction d'un seul paramètre, la quantité fournie dans le cas de la propagation dans tous les sens, à partir d'un point de la surface, est égale à la même fonction de la racine carrée de ce paramètre. On a, d'après (2),

$$(4) \qquad -\frac{dz}{dx} = \frac{A'B'^2}{2r} e^{-\frac{B'}{r}x}.$$

On aurait donc, en désignant par p une constante convenable,

$$(5) \qquad -\frac{du}{dx} = \frac{pA'B'^2}{2\sqrt{r}} e^{-\frac{B'}{\sqrt{r}}x};$$

enfin la tension y serait

$$(1\ ter) \qquad y = -c\frac{du}{dx} = m\sqrt{r}A'B'^2 e^{-\frac{B'}{\sqrt{r}}x}.$$

Cette dernière formule est identique à la formule (1) en posant

$$(6) \qquad \begin{cases} mA'B' = A, \\ B' = B. \end{cases}$$

» La théorie du contact d'épreuve, telle que nous venons de l'exposer, indique les limites dans lesquelles la méthode employée pour la mesure des tensions est applicable. Les dimensions transversales du contact doivent être assez

petites par rapport à la section de la barre que l'on étudie pour que la quantité de magnétisme qu'il enlève soit négligeable. Les tensions mesurées seront indépendantes de la forme de la section du contact, mais dépendront essentiellement de sa nature. On ne pourra comparer les tensions observées avec le même contact sur deux corps différents, comme le fer et l'acier, qu'à la condition de multiplier l'une d'elles par un coefficient convenable, ainsi que M. Jamin l'a fait observer le premier.

» La considération des tensions se présente beaucoup plus simplement que celle des quantités de magnétisme quand on étudie les actions au contact. Il y a donc lieu de conserver dans la Science les deux expressions et de poursuivre par des méthodes différentes l'étude des lois qui régissent les deux ordres de phénomènes.

» Je saisis l'occasion qui m'est offerte de remercier M. Jamin de la bienveillante hospitalité que j'ai trouvée dans son laboratoire, et des conseils qu'il n'a cessé de me prodiguer. »

CRISTALLOGRAPHIE. — *Note sur les anneaux colorés produits par pression dans le gypse, et sur leurs connexions avec les coefficients d'élasticité.* Note de M. **Ed. Jannettaz**, présentée par M. Tresca.

« Dans mes Notes précédentes, insérées aux *Comptes rendus*, t. LXXV, p. 940, 1082, 1511, j'ai déjà montré comment on produit ces anneaux colorés dans une lame de gypse. Il suffit d'y percer un trou, de presser légèrement avant d'avoir achevé cette opération, sur la partie qui n'est pas encore perforée; on arrive ainsi à l'éloigner de celle qui la surmonte, et cela dans une étendue plus ou moins grande autour du point sur lequel on exerce la pression, suivant l'intensité que l'on donne à cette pression. L'air qui pénètre entre les deux parties de la plaque, l'une qui demeure horizontale, et l'autre qu'on a infléchie, se colore et met en évidence les inégalités de résistance à la flexion pour les différentes directions où on l'observe autour du centre d'action.

» Je veux démontrer que ces anneaux colorés permettent de mesurer les coefficients d'élasticité. Je me contenterai aujourd'hui d'établir par l'expérience que les coefficients d'élasticité estimés parallèlement aux axes de l'ellipse sont proportionnels aux cubes des longueurs de ces axes.

» Pour chercher ce rapport, j'ai taillé de grandes lames à faces parallèles, au clivage facile, ou si l'on veut au plan de symétrie, le plan (g^1) des cristallographes modernes, dans ces belles lentilles de gypse qui pro-

viennent des carrières à plâtre des environs de Paris. Il est facile de trouver sur ces lames la trace des plans de clivage appelés, l'un *vitreux* (h^1), et l'autre *fibreux* (p), qui leur sont perpendiculaires et qui sont à environ 114 degrés l'un de l'autre.

» Comme le grand axe de l'ellipse dessinée par mes anneaux colorés est à 17 degrés du clivage vitreux, à 49 degrés du clivage fibreux sur le plan de symétrie, j'ai subdivisé ces grandes lames en lames plus petites, allongées, dont le plus long côté était, dans les unes, parallèle et, dans les autres, perpendiculaire au grand axe de l'ellipse. J'ai donné à ces lames la même largeur; elles avaient la même épaisseur exactement. J'ai encastré une de leurs extrémités dans une pince dont la branche supérieure, indépendante de l'inférieure, pouvait être exactement appliquée sur celle-ci au moyen de deux vis. Entre les deux vis j'enferme deux lames, celle dont j'essaye la flexion et une autre qui me sert de ligne de repère. Celle que je soumets à l'expérience est percée d'un trou par lequel je fais passer un fil de soie. Je fais un nœud à l'une des extrémités du fil et je relie l'autre extrémité à un système de trois fils également de soie, auquel est suspendu un léger creuset de zinc.

» Contre ce petit appareil, et sans le toucher, je place bien perpendiculairement à la plaque une autre lame de gypse bien transparent, assez épaisse pour conserver sa rigidité, sur laquelle je suis, avec une pointe bien fine, et la direction de la lame que j'ai prise comme ligne de repère, et celle de la lame infléchie, dans les différentes positions que lui donnent des poids marqués, introduits peu à peu dans le petit creuset de zinc.

» Je mesure ensuite la longueur de la lame, sa largeur, la flèche, au moyen de l'appareil dont je me suis servi pour mesurer les courbes de conductibilité thermique (voir *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXIX, *Pl. I*).

» J'ai calculé les coefficients d'élasticité pour les deux directions, l'une parallèle et l'autre perpendiculaire au grand axe de l'ellipse des anneaux colorés, produits par pression, à l'aide des formules connues; comme il ne s'agit ici que d'un rapport, on a

$$\frac{y}{y'} = \frac{p \cdot l^3 \cdot E'}{p' \cdot l'^3 \cdot E}.$$

» y, p, l, E sont la *flèche*, la *charge*, la *longueur* et le *coefficient d'élasticité* correspondant au *grand axe*.

» y', p', l', E' ont la même signification relativement au petit axe.

		Lames parallèles au	Flèches.	Charges.	Longueurs.	Largeurs.	Rapports des coefficients d'élasticité.	Épaiss^r
			mm	gr	mm	mm		mm
1^re plaque :	a	Grand axe .	1,00	5,82	34,61	6,2	1,92	0,277
		Petit axe...	2,90	5,82	39,70	6,2		
	b	Grand axe .	1,86	10,82	34,61	6,2	1,957	»
		Petit axe...	5,50	10,82	39,70	6,2		
2^e plaque :		Grand axe .	5,6	35,86	21,00		1,874	»
		Petit axe...	1,20	25,86	24,55			
3^e plaque :	a	Grand axe .	9,0	35,87	21,90	5,5	2,09	
		Petit axe...	2,89	15,86	33,23	5,5		
	b	Grand axe .	9,0	35,87	21,90	5,5	1,817	
		Petit axe...	4,11	20,86	33,23	5,5		
4^e plaque :		Grand axe .	2,02	30,584	25,00		1,885	
		Petit axe...	3,77	15,584	31,20			
5^e plaque :	a	Grand axe .	6,4	5,8	27,95	6,00	1,92	0,33
		Petit axe...	3,60	5,8	40,3	5,8		
	b	Grand axe .	1,20	10,8	27,95	6,00	1,946	»
		Petit axe...	7,10	10,8	40,30	5,8		
6^e plaque :		Grand axe .	7,0	5,8	30,00		2,04	
		Petit axe...	1,16	5,8	30,20			

N. B. — Tous ces nombres sont exprimés en millimètres. Les charges seules le sont en grammes. On a tenu compte, dans le calcul, de la différence des largeurs des deux lames taillées dans la 5^e plaque.

» La moyenne de ces neuf nombres est de 1,939.

» Or, si l'on élève au cube le rapport des axes des anneaux colorés obtenus par pression, on a $1,247^3 = 1,939$.

» Cette coïncidence parfaite tient sans doute au soin que j'ai apporté à n'employer que des lames de largeur et surtout d'épaisseur identiques dans la recherche de chacun de ces rapports.

» On voit donc que les coefficients d'élasticité sont proportionnels dans le gypse aux cubes des longueurs des axes des anneaux colorés obtenus par pression, et par suite, comme je l'ai montré dans mes études précédentes, aux cubes des axes des ellipses qui mesurent les distances auxquelles une même source de chaleur communique une égale température dans les différentes directions. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur l'emploi des machines magnéto-électriques de M. Gramme, pour l'éclairage des grandes salles des chemins de fer.* Note de M. A. **Sartiaux**, présentée par M. Tresca.

« Dans une récente Communication à l'Académie, M. Tresca a rendu compte d'expériences qu'il avait faites pour déterminer le travail dépensé par les machines magnéto-électriques de M. Gramme, employées à produire la lumière électrique. Ses expériences ont porté sur deux machines donnant la lumière équivalente à celle de 1850 et à celle de 300 becs Carcel.

» Autorisé par la Compagnie du Nord à faire des observations du même genre avec le concours de MM. Lartigue et Rouderon, j'ai choisi des modèles donnant la lumière équivalente à celle de 50, 100 et 150 becs Carcel.

» Des expériences répétées ont été faites, tant dans la salle d'arrivée des bagages, d'une superficie de 1500 mètres carrés et d'un volume de 19000 mètres cubes environ, que dans la grande halle couverte, dont la superficie est de 11000 mètres carrés et dont la capacité atteint près de 300000 mètres cubes.

» La force motrice nécessaire au fonctionnement des machines magnéto-électriques était empruntée à des machines à gaz ou à vapeur de 2, 3 et 4 chevaux, employées isolément ou accouplées. Des mesures préalables au frein de Prony avaient donné le rapport entre le volume de gaz consommé et la force utilisée, toutes conditions égales d'ailleurs.

» Les lampes employées étaient des régulateurs du système V. Serrin, qui ont très-bien fonctionné.

» Les résultats obtenus sont les suivants :

	Machine magnéto-électrique du type de		
	50 becs Carcel.	100 becs Carcel.	150 becs Carcel.
Nombre de tours de la bobine par minute	1650	800	800
Force nécessaire pour obtenir une lumière régulière — avec des charbons de $0^m,007$	$2^{ch},2$	$2^{ch},4$	$2^{ch},5$
Force nécessaire pour obtenir une lumière régulière — avec des charbons de $0^m,009$	»	$2^{ch},6$	$2^{ch},7$
Usé des charbons de la lampe, y compris déchet, — avec des charbons de $0^m,007$ — au pôle positif.	»	$0^m,090$	$0^m,135$
— au pôle négatif.	»	$0^m,045$	
— avec des charbons de $0^m,009$ — au pôle positif.	»	$0^m,060$	$0^m,090$
— au pôle négatif.	»	$0^m,030$	
Distances auxquelles la lecture était encore facile	35^m	40 à 45^m	45 à 50^m

» Ainsi que l'a indiqué M. Tresca, ces résultats montrent que la force nécessaire pour produire l'unité de lumière électrique, soit 100 becs Carcel par exemple, croît très-vite à mesure que diminue la quantité totale de

lumière. C'est ainsi que M. Tresca a constaté que le travail par 100 becs n'était que de $0^{ch},415$ pour une lampe de 1850 becs, qu'il était de $0^{ch},920$ par 100 becs d'une lampe de 300 becs, tandis que le travail par 100 becs atteint, en marche normale, avec des charbons de 7 millimètres, $1^{ch},7$, $2^{ch},4$, et $4^{ch},4$ pour les machines de 150, 100 et 50 becs Carcel.

» Les expériences ont, en outre, montré que la force nécessaire pour déterminer la formation de l'arc voltaïque lumineux est supérieure de 10 pour 100 environ à celle qui entretient la marche normale. Cela tient à ce qu'au démarrage, les charbons étant en contact, il n'y a dans le circuit qu'une faible résistance au passage du courant; que, par suite, l'électricité produite se transforme en magnétisme dans l'électro-aimant et dans l'anneau tournant de la machine Gramme, et que ceux-ci agissent alors l'un sur l'autre, de façon à former une sorte de frein qui charge davantage le moteur.

» Les expériences ont fait voir, en outre, que la force dépensée par les machines magnéto-électriques varie avec la dimension des charbons des lampes; il faut un peu plus de force avec les charbons de $0^{m},009$ qu'avec ceux de $0^{m},007$. Cela tient encore à la moindre résistance offerte au passage du courant par les charbons de $0^{m},009$ et produisant les effets de frein dont il vient d'être question.

» En résumé, la force varie peu avec les types de 50, de 100 ou de 150 becs, et, par suite, les prix de revient de toute la lumière donnée par ces différentes machines sont assez voisins. Sauf des cas assez rares, on aura donc avantage à employer des machines de 100 et 150 becs.

» On a vu que l'usé des charbons de la lampe était de $0^{m},135$ ou $0^{m},090$, suivant qu'on employait des charbons de $0^{m},007$ ou de $0^{m},009$. Dès à présent, la Compagnie du Nord est assurée de payer les charbons de coke et même ceux de M. Carré, qui sont parfaitement réguliers, à raison de 1 franc le mètre courant; on peut donc fixer à $0^{fr},135$ ou $0^{fr},090$ la dépense par heure.

» Les chiffres suivants donnent des indications intéressantes sur les dépenses comparatives qu'entraînent l'éclairage électrique et l'éclairage au gaz. Prenons pour exemple la lampe dite de 150 becs, appliquée à un éclairage de dix heures consécutives de durée, comme dans les halles d'expédition ou de transbordement de nuit dans les chemins de fer.

» 150 becs Carcel exigeraient une consommation de $150 \times 0^{mc},105$ de gaz par heure, soit de $15^{m},75$, ce qui, à raison de $0^{fr},30$ par mètre cube, constitue une dépense de $5^{fr},70$.

» Avec l'éclairage électrique, 150 becs Carcel exigent une force de $2^{ch},7$, ce qui, à raison de $0^{fr},09$ par force de cheval et par heure (y compris nettoyage et graissage), donne une dépense de $0^{fr},24$; en y ajoutant $0^{fr},09$ pour les charbons de la lampe, $0^{fr},45$ pour le salaire du mécanicien, et $0^{fr},20$ pour l'intérêt et l'amortissement de la dépense d'installation, on arrive à un total de $0^{fr},98$, soit entre le *cinquième* et le *sixième* de la dépense de l'éclairage au gaz.

» Comme un bec électrique de 150 becs Carcel éclaire utilement un cercle de 45 à 50 mètres de diamètre, on voit que l'éclairage par l'électricité devient, avec une intensité supérieure, plus économique que l'éclairage au gaz, dès que l'éclairage de la *même surface* exige la présence de plus de 25 becs de gaz brûlant 105 litres à l'heure.

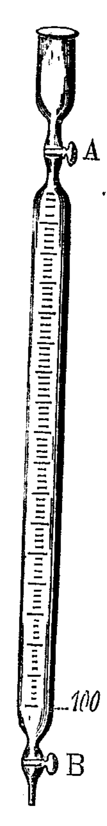
» Dans les expériences faites à la salle d'arrivée des bagages, on a reconnu que le service pouvait se faire avec une seule lampe, placée au centre et à une hauteur assez grande; mais en même temps on a observé que les ombres portées pouvaient être souvent une gêne sérieuse; de là la nécessité d'employer, dans beaucoup de cas, au moins deux lampes pour amoindrir les ombres de l'une par la lumière de l'autre.

» De plus, pour éviter l'éblouissement produit par la lumière directe, l'arc voltaïque a été, après plusieurs essais, enfermé dans un globe de verre blanc de $0^{m},10$ de diamètre, *dépoli* sur la demi-sphère inférieure; pour ne point laisser perdre les rayons passant à travers la demi-sphère supérieure, ces rayons étaient reçus sur un réflecteur construit par M. Luchaire, auquel on avait donné la forme d'un demi-tore parabolique, engendré par une parabole ayant pour foyer le centre de l'axe voltaïque. Avec cette disposition, ou simplement avec l'addition d'un grand réflecteur en papier blanc derrière la lampe, quand celle-ci est placée contre le mur, on est arrivé, dans les expériences faites à la gare du Nord, à produire des pénombres dont la présence est l'indice des meilleures conditions qu'on puisse demander à un éclairage de ce genre. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Appareil simple pour l'analyse des mélanges gazeux au moyen de liqueurs absorbantes.* Note de M. **F.-M. Raoult**.

« L'eudiomètre à absorption, que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie, se compose essentiellement d'une burette graduée fermée à ses deux extrémités par des robinets de verre et surmontée d'un entonnoir cylindrique.

» La plus grande partie de la burette est, à partir du robinet supérieur A, divisée en 100 parties égales ; entre la centième division et le robinet inférieur B, il reste un espace non divisé de $0^{m},03$ environ. Les dimensions de la burette peuvent varier suivant les circonstances ; mais il importe, dans tous les cas, que le tube qui fait communiquer la burette avec l'entonnoir ait un diamètre intérieur compris entre $0^{m},005$ et $0^{m},006$, et que le tube qui termine inférieurement l'appareil soit presque capillaire. Vers son milieu, le tube est enveloppé d'une poignée en liége, qui le protége contre la chaleur des doigts.



» Le gaz ayant été introduit dans l'appareil jusqu'au 100^{e} degré, par les procédés ordinaires, et l'espace non gradué étant occupé par du mercure (ou même dans certains cas par de l'eau), il faut y faire pénétrer un réactif absorbant.

» Je suppose qu'on veuille absorber l'acide carbonique par une solution de potasse. Les robinets A et B étant fermés et l'instrument étant vertical, on verse de la potasse dans l'entonnoir ; on fait sortir du mercure par le robinet B, ce qui raréfie le gaz intérieur ; on ouvre A et la solution de potasse pénètre dans le tube. On ferme les robinets, on bouche l'entonnoir, on secoue vivement ; l'acide carbonique est absorbé.

» Il faut maintenant laver l'intérieur du tube. Pour cela, on le place verticalement au-dessus d'une cuvette, on verse de l'eau dans l'entonnoir et l'on ouvre le robinet supérieur. Une quantité d'eau plus ou moins grande descend dans le tube. Lorsque l'écoulement s'arrête, on ouvre le robinet inférieur à son tour : aussitôt le liquide contenu dans la burette s'écoule, tandis que celui qui se trouve dans l'entonnoir descend pour le remplacer en ruisselant le long des parois intérieures. Aucune bulle de gaz n'entre ni ne sort pendant ce lavage. La température du gaz ne change pas, car on a soin d'employer de l'eau à la température de l'enceinte. Le lavage étant terminé, on ferme B d'abord, puis A.

» Il n'est pas temps encore de mesurer le gaz restant, car celui-ci est à une pression un peu supérieure à celle de l'atmosphère ; il faut, au préalable, faire disparaître cette différence de pression, et c'est à quoi l'on parvient très-aisément. On place l'instrument dans une position presque horizontale et telle que l'eau intérieure vienne emplir le tube qui porte le robinet A et qui communique avec l'entonnoir. On ouvre ce robinet A avec précaution. Le gaz intérieur pousse au dehors une partie de l'eau engagée

dans ce tube et prend ainsi de lui-même une tension égale à la pression atmosphérique.

» Ce résultat obtenu, on ferme A, on redresse l'instrument, et, après que le liquide a pris un niveau fixe, on fait la lecture.

» Le dosage de l'acide carbonique étant ainsi fait, on peut procéder à celui de l'oxygène en employant le pyrogallate de potasse exactement de la même manière. Ainsi des autres.

» Il est quelquefois utile, avant d'introduire un nouveau réactif dans la burette, de retirer une portion plus ou moins considérable de l'eau qui s'y trouve déjà. On y parvient aisément au moyen d'une pipette à bout courbe, qu'on fait communiquer, par un caoutchouc, avec le robinet inférieur de l'instrument et par laquelle on aspire.

» Des expériences comparatives faites avec cet instrument et avec l'eudiomètre de Regnault, en vue de doser l'acide carbonique et l'oxygène dans divers mélanges gazeux, m'ont donné des résultats concordant à $\frac{1}{300}$ près. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur les échanges d'ammoniaque entre les eaux naturelles et l'atmosphère;* par M. TH. SCHLŒSING.

« Je continuerai, dans la présente Note, d'appliquer à des phénomènes naturels la théorie développée dans mes précédentes Communications.

» On a vu que la pluie, en traversant l'air, peut gagner ou perdre de l'ammoniaque, selon les titres respectifs et les températures de l'air et du nuage où elle a pris naissance. L'éventualité de ces échanges doit être signalée aux stations météorologiques où l'on s'occupe du dosage de l'ammoniaque dans les eaux issues de l'atmosphère. Pour obtenir la quantité de liquide nécessaire aux opérations, on munit les udomètres de larges récepteurs; plus ceux-ci sont grands, plus l'eau qui les mouille demeure exposée au contact de l'air et risque de lui céder ou de lui emprunter de l'ammoniaque. Autant vaudrait, en certains cas, doser cet alcali dans de l'eau pure qu'on aurait projetée sous forme de pluie fine sur l'udomètre.

» Le titre de la pluie reçue près du sol n'apprend rien sur celui des régions de l'atmosphère où elle s'est formée : mais, si elle était recueillie au sein même des nuages, on serait certain de l'équilibre de tension entre elle et l'air ambiant, et son titre pourrait servir dès lors à déterminer celui des nuages. Supposons, par exemple, que, la température étant de 15 degrés, la

pluie contienne 2 milligrammes d'ammoniaque par litre, on posera

$$\frac{\text{ammoniaque dans } 1^{\text{mc}} \text{ d'air}}{2^{\text{mg}}} = r_{15^\circ} = 0{,}017 \text{ (d'après ma table des rapports)},$$

d'où ammoniaque dans 1^{mc} d'air $= 0^{\text{mg}},034$.

» Des expériences de ce genre poursuivies dans les stations de montagne donneraient de précieux renseignements sur le titre des régions nuageuses de l'atmosphère.

» De même nous pourrions souvent mesurer la tension ammoniacale des couches inférieures de l'air, en profitant des condensations d'eau qui nous sont offertes sous la forme de rosée ou de brouillard. Le mode de formation graduelle de la rosée et la finesse des gouttelettes du brouillard sont des garanties de l'équilibre ammoniacal entre l'air et ces liquides, et l'on peut appliquer en toute sécurité la formule précédente. Ainsi, dans son Mémoire classique sur l'ammoniaque des eaux météoriques, M. Boussingault donne la quantité moyenne de 5 milligrammes par litre, pour l'ammoniaque des rosées recueillies en septembre au Liebfrauenberg : la température devait être d'environ 10 degrés; nous posons donc

$$\frac{\text{ammoniaque dans } 1^{\text{mc}} \text{ d'air}}{5^{\text{mg}}} = r_{10^\circ} = 0{,}0095, \quad \text{d'où} \quad \text{ammoniaque} = 0^{\text{mg}},048.$$

» 2° Les considérations qui précèdent sont le développement de la question posée dans ma dernière Note : quand un refroidissement survient dans une masse d'air saturée d'humidité, comment l'ammoniaque se partage-t-elle entre cet air et l'eau résultant de la condensation de la vapeur? Je vais maintenant supposer que la masse d'air éprouve une série de refroidissements successifs, et qu'il s'y fait une série correspondante de condensations, par conséquent aussi une série de partages d'ammoniaque. On demande quels sont les titres successifs des eaux de condensation, combien d'alcali est absorbé par la totalité de ces eaux, combien il en reste dans l'air.

» On m'accordera que cette question présente une analogie évidente avec celle de l'élimination continue de l'ammoniaque par les pluies dans les masses d'air qui, progressant de l'équateur aux pôles, abandonnent leur vapeur condensée sur leur route. Toutefois, il faut reconnaître que les faits naturels sont bien plus complexes que l'hypothèse où je me place. Dans sa course vers les régions froides, l'air des régions chaudes se mélange avec des couches d'air situées au-dessus ou au-dessous de son niveau, il s'élève ou s'abaisse; par conséquent, la tension de l'ammoniaque y varie avec sa dilatation ou sa contraction; il rase les océans et les continents et

entre en rapport avec eux. Son titre est donc certainement modifié autrement que par des condensations d'eau successives; mais on admettra bien que la solution de notre problème indiquera au moins le sens général des phénomènes naturels.

» Soient donc T la température initiale, T_1, T_2, T_3,... des températures décroissantes. Je puis toujours admettre, pour éviter la complication des calculs, que ces températures sont telles que les quantités v de vapeur condensées entre T et T_1, T_1 et T_2, T_2 et T_3,... sont égales entre elles.

» Soient r_1, r_2, r_3,... les rapports de ma table correspondant à T_1, T_2, T_3, soit enfin A la quantité d'ammoniaque contenue, au début, dans 1 mètre cube d'air. Si l'on néglige la contraction que subit 1 mètre cube d'air par le fait du refroidissement et de l'élimination de la vapeur d'eau, on a

	Après le 1er.	Après le 2e.	Après le 3e refroidissement.
Ammoniaque condensée en v......	$A\frac{v}{v+r_1}$	$A\frac{r_1}{v+r_1}\frac{v}{v+r_2}$	$A\frac{r_1}{v+r_1}\frac{r_2}{v+r_2}\frac{v}{v+r_3}$
Ammoniaque restant dans 1mc d'air.	$A\frac{r_1}{v+r_1}$	$A\frac{r_1}{v+r_1}\frac{r_2}{v+r_2}$	$A\frac{r_1}{v+r_1}\frac{r_2}{v+r_2}\frac{r_3}{v+r_3}$

et ainsi de suite.

» Voici un exemple numérique :

$$T = 20^\circ, \quad v = 1^{gr};$$

la température de la masse d'air descend jusque vers zéro.

Temp. successives.	Ammoniaque dans 1gr d'eau.	Ammoniaque dans 1mc d'air.	Temp. successives.	Ammoniaque dans 1gr d'eau.	Ammoniaque dans 1mc d'air.
18°,9....	0,040 A	0,960 A	11°,3....	0,059 A	0,664 A
17,85...	0,042	0,918	9,8....	0,064	0,600
16,72...	0,044	0,847	8,2...	0,071	0,529
15,6....	0,047	0,827	6,2....	0,079	0,450
14,3....	0,050	0,777	3,8....	0,081	0,369
12,8....	0,054	0,723	1,2....	0,072	0,297

Ammoniaque totale condensée dans tous les grammes d'eau (12). 0,703 A, soit env. $\frac{2}{3}$
Ammoniaque restant finalement dans 1 mètre cube d'air...... 0,297 A, » $\frac{1}{3}$

Tel serait le partage entre l'air et la pluie, dans une couche nuageuse qui, cheminant d'une région tiède vers une région froide, à une hauteur constante, sans mélange avec les couches d'air voisines, se refroidirait de 20 degrés à 1°,2.

» Les causes perturbatrices que j'ai eu soin de signaler modifient, sans aucun doute, les partages qu'on pourrait calculer comme le précédent, dans diverses hypothèses de température; mais, si j'en juge par mes obser-

vations quotidiennes, leur influence ne va pas jusqu'à renverser le sens des phénomènes. Je trouve, en effet, que le taux moyen de l'ammoniaque atmosphérique, par les vents de la région ouest-nord-est qui nous apportent de l'air refroidi et séché dans des latitudes supérieures à la nôtre, est bien moindre, surtout en hiver, que le taux observé par les vents ouest-sud-est, généralement plus chauds et plus humides, et cependant la station où je suis placé est située au sud-ouest de Paris, et ne reçoit les vents du nord et du nord-est qu'après leur passage sur la ville et ses faubourgs les plus industriels, les plus populeux.

» On remarquera, dans le tableau précédent, que la quantité d'alcali condensée dans chaque gramme d'eau croît à mesure que la température diminue, malgré l'appauvrissement graduel de l'air; cela nous fait comprendre comment les pluies d'hiver, bien que débitées par des nuages déjà refroidis, sont cependant aussi et même plus riches que les pluies d'été, ainsi que l'ont démontré les recherches instituées à Lyon par Bineau, à Paris et en Alsace par M. Boussingault, à Rothamsted par MM. Lawes et Gilbert, par M. Bretschneider en Silésie, et par d'autres observateurs en d'autres lieux. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les produits de réduction de l'anéthol et sur la constitution probable de ce dernier corps.* Note de M. **Fr. Landolph**, présentée par M. Berthelot.

« J'ai soumis l'essence d'anis pure à l'action réductrice de l'acide iodhydrique, afin d'obtenir les carbures générateurs qui doivent intervenir dans la formation par synthèse de cette essence.

» J'ai chauffé, à cet effet, 3 grammes d'anéthol avec 2 grammes de phosphore rouge et 25 grammes d'acide iodhydrique d'une densité de 1,72, pendant vingt-quatre heures, à 260 degrés. L'essence employée pour cette opération était cristallisable et aussi pure que possible; elle distillait invariablement de 228 degrés à 230 degrés. Les carbures formés dans la réaction ont été lavés avec une solution très-étendue d'acide sulfureux pour enlever l'iode libre; 80 grammes d'anéthol m'ont donné ainsi 40 grammes d'un produit qui distillait de 60 degrés à 250 degrés, et 10 grammes d'un produit distillant au-dessus de 300 degrés. Cette dernière partie me semble composée exclusivement de polymères des carbures formés par réaction directe.

» On arrive facilement, par des fractionnements successifs, à isoler des

produits qui distillent dans les intervalles suivants de température :

65° à 75°, 80° à 85°, 140° à 160°, 205° à 220°.

» I. *Carbure* C^8H^{16}. — La partie des carbures qui passait de 140 degrés à 160 degrés a été traitée par l'acide nitrique fumant et à froid, pour enlever les carbures de la série benzénique. On réduit par l'étain et l'acide chlorhydrique les composés nitrés et on lave à l'eau. A la distillation le tout passe alors vers 150 degrés. Ce produit forme environ le tiers de la masse totale des carbures qui ont pris naissance dans la réduction. L'analyse a fourni :

	I.	II.	III.	Calculé.
C............	85,37	85,14	85,55	85,70
H............	14,51	14,45	14,50	14,30

» La densité de vapeur, déterminée au moyen de l'appareil Hoffmann, est la suivante :

I.	II.	III.	Calculé.
4,01	3,92	3,81	3,87

» II. *Carbure* $C^{12}H^{22}$. — La partie des carbures distillant de 205 degrés à 220 degrés a subi le même traitement que le carbure précédent. On isole ainsi du premier coup un produit parfaitement limpide et qui bout de 210 degrés à 212 degrés. Il se forme en quantité un peu supérieure au précédent carbure. L'analyse a fourni :

	I.	II.	III.	IV.	Calculé.
C..........	86,60	86,76	86,58	86,89	86,75
H..........	13,53	13,53	13,75	13,41	13,26

» Ce carbure n'est pas saturé, car il s'unit avec le brome directement.

» J'ai remplacé dans l'appareil Hoffmann l'aniline par la vapeur d'anéthol, afin de pouvoir déterminer la densité de vapeur de ce carbure. En voici les résultats :

I.	II.	Calculé.
5,66	5,75	5,73

» III. A côté de ces deux carbures principaux, j'ai constaté d'abord la présence d'un peu de benzine, C^6H^6, et d'hexylène, C^6H^{12}, produit d'une hydrogénation un peu plus avancée.

» L'analyse centésimale de ce dernier corps m'a donné :

		Calculé.
C....................	85,00	85,71
H....................	14,47	14,28

» IV. Le gaz formé dans la réduction de l'anéthol par l'acide iodhydrique est de l'hydrogène presque pur; il ne contient que 2 à 3 pour 100 de carbure d'hydrogène. C'est probablement un mélange de vapeur de benzine et d'hexylène; peut-être aussi un peu d'un carbure forménique, tel que l'hydrure d'éthylène ou le formène.

» V. *Conclusions théoriques.* — J'ai indiqué, dans un travail antérieur, qu'en oxydant l'anéthol par l'acide azotique on obtient parties égales d'aldéhyde anisique, $C^8H^8O^2$, et de camphre anisique, $C^{10}H^{10}O$, et, de plus, une certaine quantité d'acide acétique, $C^2H^4O^2$. J'ai montré, d'ailleurs, que le camphre anisique, $C^{10}H^{16}O$, est un aldéhyde (ou plutôt un carbonyle) qui se change en un alcool campholique, $C^{10}H^{18}O$, par réaction hydrogénante. Ces réactions doivent être rapprochées de celle qui forme l'objet de la présente Communication.

» En effet, l'anéthol, sous l'influence de l'acide iodhydrique moyennement concentré, se sépare en deux carbures principaux, d'après l'équation

$$2C^{10}H^{12}O \quad \text{ou} \quad C^{20}H^{24}O^2 + 9H^2 = C^8H^{16} + C^{12}H^{22} + 2H^2O.$$

» L'un de ces carbures répond à l'aldéhyde anisique; l'autre à l'aldéhyde campholique et à l'acide acétique réunis. On peut rendre compte de ces résultats par les hypothèses suivantes, que je présente sous toutes réserves. L'acide acétique et l'aldéhyde campholique dériveraient d'un aldéhyde complexe, $C^{12}H^{16}O$ (aldéhyde acécampholique), formé par l'association de l'aldéhyde campholique et d'un aldéhyde (ou plutôt d'un carbonyle) encore inconnu, l'oxyde d'acétylène C^2H^2O, corps intermédiaire entre l'oxyde de carbone et l'oxyde d'allylène. Ces deux aldéhydes s'associeraient comme les aldéhydes éthylique et benzylique dans la synthèse de l'essence de cannelles :

$$C^{10}H^{16}O + C^2H^2O = C^{12}H^{16}O + H^2O.$$

» La constitution d'un tel corps rappellerait encore celle du pipéronal.

» L'aldéhyde acécampholique se combinerait à son tour avec l'alcool anisique, $C^8H^{10}O^2$, pour constituer une sorte d'acétal, qui ne serait autre que l'anéthol :

$$C^{12}H^{16}O + C^8H^{10}O^2 = C^{20}H^{24}O^2 + H^2O.$$

» Cette constitution rendrait compte des réactions et des dédoublements observés, si l'on remarque que l'oxyde d'acétylène doit se changer aisément par hydratation en acide acétique, acide que l'acétylène oxydé produit en effet directement.

» Il résulterait de cette supposition que la formule de l'anéthol devrait être doublée. A la vérité, l'étude de sa densité de vapeur semble s'y opposer; mais peut-être se présente-t-il ici quelque anomalie de l'ordre de celle que l'on a déjà observée dans l'étude de la densité de vapeur du dioxyméthylène, $C^2H^4O^2$, laquelle répond à 8 volumes de vapeur; soit que ce volume corresponde réellement à la molécule de ce corps exceptionnel, soit que le composé se dissocie en deux molécules d'aldéhyde méthylique, ou bien encore en eau et aldéhyde C^2H^2O, qui se recombineraient pendant le refroidissement. La même dissociation pourrait exister pour l'anéthol.

» Je poursuis cette étude et je tâcherai de résoudre la question d'une manière définitive par de nouvelles expériences.

» Ce travail a été fait au laboratoire de M. Berthelot, au Collége de France. »

PHYSIOLOGIE. — *Du changement de volume des organes, dans ses rapports avec la circulation du sang*. Note de M. **A.-F. Franck**, présentée par M. Cl. Bernard.

« Les tissus vasculaires sont le siége d'une série de variations de température, de couleur, de consistance, de volume, tous phénomènes subordonnés aux variations de calibre des vaisseaux.

» J'ai dirigé mes recherches sur l'une de ces variations en particulier, sur les *changements de volume*, l'étude de ce phénomène pouvant fournir une fidèle expression de l'état de la circulation dans l'organe exploré.

» L'idée de ce travail m'a été inspirée par M. Marey, qui a bien voulu mettre à ma disposition ses conseils éclairés et les précieuses ressources de la méthode graphique; les expériences ont été exécutées dans le laboratoire du Collége de France, du mois de mars 1875 au mois de février 1876.

» Je rappellerai brièvement les recherches qui ont été faites sur le même sujet depuis que la question a été posée, en 1846 (1), à l'Académie des Sciences, par le Dr Piégu.

» Cet auteur a constaté le premier les doubles mouvements d'expansion et de resserrement des membres avec un appareil à déplacement.

---

(1) Piégu, *Comptes rendus*, t. XXII, p. 682, 1846; et *Muller's Archiv für Anat.* Jahrgang 1847, p. 133.

» En 1850, Chelius (1) nota les mêmes phénomènes à l'aide d'un appareil semblable suspendu librement.

» Fick (2), quelques années plus tard, *inscrivit* ces mêmes mouvements, mais il n'a pu éviter les oscillations propres d'une longue colonne manométrique.

» Ch. Buisson (3) indiqua, sans y insister autrement, la possibilité d'inscrire les pulsations de la main avec la transmission par l'air.

» Enfin Mosso (4) a étudié tout récemment les variations lentes du volume de la main avec le pléthysmographe.

» De mon côté, je me suis attaché, comme M. Mosso, à l'étude des changements de volume absolu, mais, comme Fick, dont je n'ai connu les recherches que par M. Mosso en août 1875, j'ai surtout inscrit les variations rapides de la circulation en rapport avec l'action cardiaque.

» L'appareil dont j'ai fait usage consiste essentiellement en un bocal rempli d'eau et dans lequel on plonge la main à explorer : un tube vertical muni d'une ampoule établit la communication avec un tambour à levier inscripteur; la membrane de caoutchouc à travers laquelle passe la main est fixée à l'aide d'une plaque métallique. Une graduation préalable de l'appareil permet d'apprécier la valeur absolue des changements de volume de la main dont on inscrit les variations rapides.

» Je ne puis mentionner dans cette Note, extraite d'un Mémoire qui sera bientôt soumis à l'Académie, que les conclusions principales de trois séries d'expériences.

» *Première série : Variations normales du volume de la main.* — 1° Les doubles mouvements de la main affectent avec la fonction cardiaque les mêmes rapports que le pouls de l'artère radiale; ils fournissent un tracé identique à celui du pouls recueilli avec le sphygmographe à transmission de M. Marey; on doit les considérer dès lors comme l'expression directe des *pulsations totalisées des vaisseaux*.

» 2° Le *retard* de l'expansion vasculaire de la main sur le début de la systole cardiaque est le même que celui de l'artère radiale; il varie, comme celui-ci, avec l'évacuation plus ou moins facile du cœur gauche.

---

(1) Chélius, *Vierteljahrschrifft für die praktische Heilkunde*, herausgegeben von der medic. Facultät in Prag. VII. Jahrgang 1850 (cité par Mosso).

(2) Fick, *Untersuch. a. s. Zürcher phys. Lab.*, I.

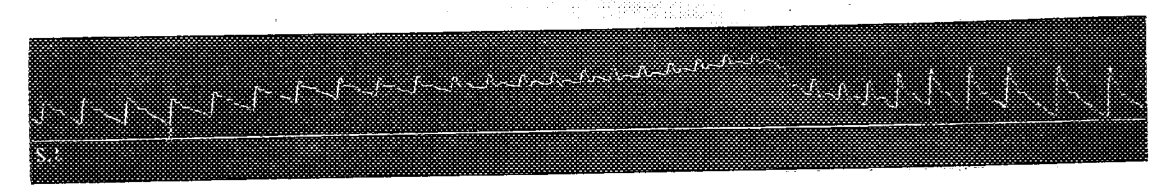
(3) Ch. Buisson, th., Paris, 1862.

(4) Mosso, *Comptes rendus*, 1876.

» 3° Chaque pulsation de la main présente un dicrotisme simple ou double.

» 4° Le volume de la main augmente pendant l'expiration, diminue pendant l'inspiration, mais ce rapport peut varier suivant le type respiratoire.

» 5° L'effort chasse du sang artériel à la périphérie et n'entrave pas le retour du sang veineux de la main (voir le tracé ci-joint).



Tracé des changements de volume de la main pendant et après l'effort. (Héliogravure.)

» *Deuxième série : Variations produites par des influences mécaniques.* — 1° La compression de l'artère humérale supprime les pulsations, produit une notable diminution du volume de la main, mais n'empêche pas les collatérales de ramener du sang; après la compression, la main acquiert un volume plus considérable qu'auparavant.

» 2° La compression des fémorales, la contraction musculaire des membres inférieurs, la pression exagérée exercée sur ces membres, l'élévation d'un membre supérieur, produisent l'augmentation de volume de la main explorée.

» 3° La compression *veineuse* est accompagnée d'une augmentation graduelle et saccadée du volume de la main, et celle-ci conserve après la décompression un volume exagéré.

» *Troisième série : Variations produites par des influences nerveuses directes ou réflexes.* — 1° Le refroidissement modéré de l'eau dans laquelle la main est plongée détermine du resserrement vasculaire.

» 2° L'application *passagère* du froid sur la peau du bras produit une diminution de volume de la main correspondante.

» 3° Le resserrement des vaisseaux est dû à un réflexe des nerfs sensibles sur les nerfs vasculaires : c'est ce que démontre la diminution de volume d'une main quand on *touche* la peau du dos de la main opposée avec un morceau de glace. L'effet réflexe ne se produit qu'au bout de deux à quatre secondes, et le temps perdu des muscles vasculaires augmente avec la fatigue de ces muscles.

» 4° Dans toutes ces expériences, l'action réfrigérante sur le sang ne peut être invoquée, à cause de l'extrême brièveté du contact du corps froid; l'état

du cœur n'est pas non plus modifié : les phénomènes sont tous *vasculaires*.

» 5° L'excitation *faradique* de la peau a toujours donné lieu, *comme fait initial*, à un resserrement *vasculaire*. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur les fonctions de la rate.* Note de MM. **L. Malassez** et **P. Picard**, présentée par M. Cl. Bernard.

« Dans une Note antérieurement publiée aux *Comptes rendus* (30 novembre 1874), l'un de nous a indiqué qu'il existe toujours dans la rate de l'animal une forte proportion de fer, très-supérieure à celle qu'il est possible d'attribuer au sang qui baigne l'organe.

» Pour expliquer ce fait, deux hypothèses se présentaient : ou bien il existait dans la rate une substance ferrugineuse spéciale ; ou bien cet organe contenait de l'hémoglobine non attribuable au sang, mais fixée sur ses éléments propres.

» Des considérations théoriques nous ont fait examiner la première de ces deux hypothèses. Nous penchions à croire qu'il pouvait y avoir dans la rate une substance ferrugineuse particulière capable de se transformer, et de donner facilement cette hémoglobine que nos analyses nous montraient apparaissant « comme formée de toute pièce » dans le sang veineux splénique, notamment pendant la paralysie des nerfs.

» Cette première supposition, que l'analogie nous portait à faire, n'a pas été vérifiée ; au contraire, on peut faire une expérience facile à répéter et qui semble démontrer que le fer de la rate est purement et simplement contenu dans de l'hémoglobine, distincte de celle du sang qui baigne l'organe.

» L'expérience qui permet d'établir ce fait est la suivante :

» On sait qu'il existe dans les muscles une petite quantité d'hémoglobine unie au faisceau primitif, et que ce fait a été démontré par M. Kühne. En principe, la méthode ici employée est analogue à celle qu'a suivie cet auteur : elle est fondée sur la non-solubilité de l'hémoglobine dans les solutions d'eau chargée de chlorure de sodium en proportion convenable ; cette propriété permet d'enlever mécaniquement le sang contenu dans les vaisseaux sans agir sur l'hémoglobine située en dehors d'eux.

» *Expérience du lavage de la rate.* — On commence par faire passer par l'artère splénique (1) 5 à 6 litres de la solution de sel marin ; après cette opé-

(1) Nous pratiquons toujours ce lavage sur la moitié inférieure de la rate seulement. Les expériences ont été faites sur des rates de chien.

ration, le liquide sort incolore par la veine. Le sang a été entraîné, et on peut le reconnaître à ses éléments figurés dans les premières portions du liquide recueilli, comme aussi on peut constater, par leur absence dans les dernières, que tout était entraîné à la fin du lavage. A ce moment de l'expérience, la rate est encore fortement rouge, et cependant on peut considérer qu'elle ne contient plus de sang.

» Si l'on fait alors passer par l'artère splénique de l'eau ordinaire ou de l'eau distillée, on voit que le liquide se met à couler presque immédiatement fortement teinté de rouge. En même temps, l'organe perd rapidement sa couleur première, pour en revêtir finalement une jaune-paille très-faible. On peut obtenir ainsi, et avant ce terme, $1\frac{1}{2}$ litre, 2 litres de solution rouge.

» Que s'est-il passé dans ce deuxième temps de lavage? L'eau a dissous peu à peu une substance rouge qui colorait l'organe, substance qui n'avait pas été entraînée par le lavage du système vasculaire de l'organe.

» L'analyse qualitative du liquide montre que cette substance n'est autre que de l'hémoglobine identique à celle des globules sanguins. En effet, l'examen au spectroscope de cette solution agitée avec l'oxygène, traitée par les agents réducteurs, agitée avec l'oxyde de carbone, montre : dans le premier cas, les deux raies de l'hémoglobine oxygénée; dans le deuxième, la raie unique de l'hémoglobine réduite; dans le troisième, les deux raies de l'hémoglobine oxycarbonée non modifiables par les agents réducteurs. On peut également constater que ce liquide absorbe l'oxygène et que l'oxyde de carbone déplace ce gaz volume à volume.

» Cette expérience démontre l'existence de l'hémoglobine dans la rate hors du système vasculaire.

» Les analyses de fer, faites sur des rates lavées complétement, montrent que la presque totalité de ce métal a été enlevée, qu'il a été entraîné en même temps que l'hémoglobine. On peut en conclure que, « selon tous les faits connus jusqu'ici », ce métal est dans la rate purement et simplement à l'état d'hémoglobine identique à celle du sang.

» Ce travail a été fait au laboratoire de Physiologie générale du Muséum d'Histoire naturelle, dirigé par M. Cl. Bernard. »

PHYSIOLOGIE. — *Les rapports physiologiques entre le nerf acoustique et l'appareil moteur de l'œil.* Note de M. **E. Cyon**, présentée par M. Cl. Bernard.

« Dans ces dernières années, l'attention des physiologistes a été, de nouveau, appelée sur les belles recherches de Flourens, concernant les canaux

semi-circulaires; mais, ni les nombreuses expériences, ni la discussion approfondie des phénomènes en question qui s'en est suivie, n'ont suffi pour révéler la nature de leur fonction. Adonné moi-même à ces recherches depuis plusieurs années, j'ai réussi dernièrement, grâce à de nouvelles méthodes d'investigation, à découvrir une série de faits nouveaux qui me paraissent de nature à modifier considérablement les opinions courantes sur le rôle de canaux semi-circulaires. Je me bornerai à donner ici un simple résumé des principaux faits, et je me réserve de publier autre part la description des procédés (1) employés, ainsi que la discussion de ces faits.

» I. Les troubles dans l'appareil moteur, occasionnés par les opérations sur les canaux semi-circulaires, ne se produisent pas d'une manière uniforme chez les animaux de différentes espèces : chez les grenouilles, ces troubles se limitent presque exclusivement aux muscles du tronc; chez les pigeons, ce sont principalement les muscles de la tête qui sont atteints; chez les lapins, ce sont surtout ceux du globe oculaire.

» II. L'opinion soutenue dernièrement par M. Goltz et moi et acceptée par la plupart des physiologistes, que la perte d'équilibre survenant après la section des canaux semi-circulaires est occasionnée par les notions erronées que l'animal opéré conçoit sur la position de sa tête dans l'espace, n'est donc plus soutenable : même chez les pigeons, on peut observer les mouvements les plus désordonnés du tronc, pendant que la tête garde sa position normale; cela a lieu plus souvent après la lésion de plusieurs canaux du même côté.

» III. Les mouvements du globe oculaire, observés après ces lésions, ne sont pas des mouvements *compensateurs* provoqués par le déplacement de la tête : ils sont la suite immédiate et directe de la lésion des canaux.

» IV. Chaque canal semi-circulaire influe d'une manière spéciale sur les mouvements du globe oculaire. Par l'excitation du canal horizontal chez le lapin, on produit une rotation de l'œil du même côté, telle que la pupille se trouve dirigée en arrière et en bas; celle du canal vertical postérieur produit une déviation de l'œil avec la pupille dirigée en avant et un peu en haut; celle du canal vertical antérieur, en arrière et en bas.

» V. L'excitation d'un canal produit toujours les mouvements oculaires dans les deux yeux; mais, dans le globe du côté opposé au canal atteint,

(1) Une partie de ces procédés est déjà décrite dans ma *Methodik der physiologischen Experimente, etc.*, Giessen, 1876, p. 541 et suivantes.

les mouvements ont lieu dans le sens contraire à ceux du globe de l'autre côté. La pupille se contracte du côté où a lieu l'excitation et reste dilatée du côté opposé.

» VI. Au moment même de l'excitation, la contraction des muscles moteurs du globe oculaire a un caractère *tétanique* : les yeux restent violemment déviés dans les sens indiqués; immédiatement après, ils commencent à exécuter des mouvements *oscillatoires* dans le sens opposé. Ces oscillations ont une fréquence variable entre 20 et 150 par minute. Leur durée dépend de la force de l'excitation, mais dépasse rarement une demi-heure.

» VII. Ces mouvements oscillatoires disparaissent lorsqu'on sectionne le nerf acoustique *du côté opposé*. De nouvelles excitations d'un canal semi-circulaire ne produisent plus que des contractions tétaniques.

» VIII. L'excitation d'un nerf acoustique produit de violentes rotations des deux globes oculaires. La *section* d'un nerf acoustique provoque une forte déviation du globe du même côté, telle que la pupille se trouve dirigée en bas, tandis que de l'autre côté l'œil se porte en haut. Cette déviation disparaît après la section du second nerf acoustique. (Cette section, toujours accompagnée d'une forte excitation, produit de violentes rotations qui précèdent cette disparition.)

» IX. Les mouvements de la tête et du tronc qu'on observe chez les pigeons, après la lésion des canaux semi-circulaires, sont décrits d'une manière très-exacte dans les classiques Mémoires de Flourens. Dans une publication antérieure (1), j'ai en tous points confirmé les données de Flourens en y ajoutant encore, entre autres, les observations sur les grenouilles. Chez les lapins, l'excitation d'un nerf acoustique produit de violents tournoiements autour de l'axe longitudinal du corps, dans la direction du côté opéré. L'excitation des deux nerfs acoustiques produite par leur écrasement produit des mouvements très-irréguliers : l'animal a la tendance de se rouler, tantôt d'un côté, tantôt de l'autre ; de ces deux tendances opposées résulte, pour l'animal, l'incapacité complète de se mouvoir ou de se tenir debout. Les pigeons chez lesquels on extirpe les six canaux membraneux avec leurs ampoules présentent, aussitôt après l'opération, les mêmes phénomènes.

» X. Lorsque la section intracranienne de deux acoustiques est bien réussie, sans être accompagnée d'un épanchement du sang ou d'autres accidents, les animaux survivent à l'opération, et les phénomènes décrits

(1) *Pfluger's Archiv*, décembre 1873.

plus haut disparaissent peu à peu. Après six à dix jours, l'animal se tient debout, il peut changer de place, se mouvoir, etc.; mais il lui reste un certain manque d'assurance dans ses mouvements, à la suite duquel il ne se déplace que quand on le force à le faire. Il cherche toujours un mur ou un coin où il puisse trouver un point d'appui. Dans ce déplacement, chaque animal choisit toujours la même direction : l'un marche de préférence en arrière, l'autre de côté, etc.

» XI. Quand on soumet un lapin ayant les deux acoustiques sectionnés aux mouvements rotatoires sur un excentrique, on observe chez lui les mêmes phénomènes qui ont été indiqués par Purkinje et qui, dernièrement, ont été l'objet de recherches très-intéressantes de la part de M. Mach. Ceci prouve à l'évidence que ces phénomènes *ne* dépendent pas des déplacements de l'endolymphe des canaux semi-circulaires, comme ce dernier physicien s'attachait à le démontrer.

» Les phénomènes de Purkinje sont dus aux troubles cérébraux produits par les graves bouleversements de la circulation que subissent les animaux dans les conditions indiquées, surtout dans les vaisseaux intracraniens les plus éloignés de l'axe de rotation.

» Les observations sur les derviches, sur les *shakers* américains ainsi que sur certaines sectes religieuses russes, qui pratiquent ces mouvements avec une grande violence pendant des heures et même des journées entières, prouvent que ces troubles de la circulation du cerveau peuvent produire des hallucinations, la perte complète de connaissance, etc.

» Les relations physiologiques très-intimes, que les faits énoncés démontrent entre les nerfs acoustiques et l'appareil moteur de l'œil, doivent nécessairement avoir une grande importance physiologique, sur laquelle je reviendrai dans l'exposé détaillé de mes recherches.

» Vu les relations anatomiques des nerfs acoustiques avec le cervelet, il paraît très-probable qu'une grande partie des troubles de locomotion, observés après les lésions de ce dernier organe, n'est causée que par les fibres de l'acoustique qui le traversent. »

ZOOLOGIE. — *De l'embryologie des Némertiens.* Note de M. **J. Barrois**, présentée par M. Milne Edwards.

« Dans une précédente Communication j'ai déjà combattu la ligne de démarcation établie jusqu'à ce jour entre les deux espèces de développement des Némertiens (développement par différenciation d'une *Morula*,

développement par soudure de quatre plaques discoïdes); j'ai montré que les quatre ventouses de Muller n'étaient pas, comme on l'a toujours cru, spéciales au *Pilidium*, mais se retrouvaient chez des types considérés jusqu'ici comme naissant de la différenciation directe de la *Morula*.

» Peu après (1°), je parvins à découvrir la véritable signification des quatre ventouses : je vis que *les deux ventouses antérieures constituent les masses musculaires céphaliques, et les deux postérieures les lames minces qui forment la paroi du corps.*

» Cette proposition (2°) est extrêmement importante, car on retrouve dans le développement de tous les Némertes, même de ceux dont le développement est le plus simple, un stade dans lequel apparaît nettement la division en deux cavités, autour de chacune desquelles se forment ensuite les diverses parties dont nous venons de parler : entre deux, les organes latéraux et l'œsophage; autour de la première, les masses céphaliques, et, autour de la seconde, les lames de la paroi du corps. Chez les *Enopla*, cette division en deux cavités est, dès le début, extrêmement distincte. C'est chez les *Anopla* à développement simple, comme le *Céphalotrix*, que la chose est le plus difficile à constater. En raison d'une particularité de structure propre à ce groupe, les deux cavités y apparaissent, dès le début, comme réunies en une seule; néanmoins on n'a pas de peine, surtout après la différenciation des deux grandes divisions de la musculature, à reconnaître sans hésitation leur existence distincte.

» La présence constante et universelle (3°) de ce stade important, quel que soit le groupe, permet aisément de suivre, à partir de ce point commun, les divergences qui donnent lieu aux deux grandes divisions des *Anopla* et des *Enopla*.

» Deux phénomènes sont nécessaires pour former une *Anopla :* 1° les organes latéraux se détachent de l'œsophage, et les cavités prostomiale et métastomiale sont mises en communication; 2° les masses ganglionnaires du système nerveux viennent se former *au-dessus* des organes latéraux, entre eux et les masses céphaliques. Bientôt l'ensemble formé par la réunion des masses céphaliques, du système nerveux et des organes latéraux, se façonne en une masse cohérente qui est la *tête* de l'adulte. Ici la tête correspond exactement au prostomium, et le corps au métastomium; l'œsophage se trouve donc situé tout entier en dehors de la tête.

» Chez les *Enopla*, les masses ganglionnaires, au lieu de se former *au-dessus* des organes latéraux, se forment *au-dessous*, entre ces derniers et les lames musculaires de la paroi du corps. Jointes aux organes latéraux et à

l'œsophage, elles constituent une nouvelle cloison qui continue à maintenir distinctes les deux cavités. Plus tard, l'ensemble de ces différentes parties (masses céphaliques, ganglions nerveux, organes latéraux) se condense, comme chez les *Anopla*, en une masse cohérente qui représente la *tête*. Ici la tête comprend, outre le prostomium, une portion du métastomium, avec la portion d'œsophage qui y est contenue.

» La conformité (4°) que nous venons de signaler dans les résultats du premier travail embryonnaire et la présence constante d'un stade commun démontrent l'unité générale du plan de développement. Reste à savoir s'il existe un passage graduel entre les différents *modes de production* de ce stade.

» Prenons pour exemple deux embryogénies se rattachant à chacun des deux types fondamentaux du développement : le *Lineus communis* et l'*Amphiporus lactifloreus*.

» Les principaux phénomènes de l'embryogénie de l'*Amphiporus* sont : 1° l'accumulation d'éléments deutoplasmiques à la partie interne des sphères de segmentation, disposés radiairement, et formation d'un noyau interne de deutoplasma, qui représente le feuillet moyen; 2° l'invagination en un point de la couche superficielle (*gastrula*); la masse cellulaire invaginée (*endoderme*) pénètre à l'intérieur et se fusionne avec le noyau de deutoplasma; on obtient alors un stade formé d'une couche superficielle et d'une masse interne; la couche superficielle est l'exoderme, la masse interne représente la réunion des feuillets moyen et inférieur. La masse interne subit ensuite une différenciation directe en musculature, qui acquiert rapidement sa disposition caractéristique, et en éléments graisseux endodermiques, qui se rassemblent dans la cavité métastomiale. Le fait essentiel du développement se réduit, en somme, à la formation de la musculature par simple *différenciation d'un feuillet continu*.

» Le *Lineus communis* nous montre, dans l'ensemble de son embryogénie, une marche identique; seulement la musculature s'y forme par *soudure de trois paires de rudiments primitivement distinctes*. En ce qui concerne les deux feuillets primitifs, il y a, de part et d'autre, concordance complète; toute la différence ne consiste donc, chez les deux types les plus dissemblables, que dans le mode de formation du mésoderme, l'évolution ultérieure de ce feuillet étant la même des deux côtés. Nous pouvons en conclure qu'il existe entre les différents modes de production du stade commun une continuité parfaite.

» C'est à chacun (5°) de ces deux modes principaux que se rattache le

développement par formes larvaires. Ici, en effet, trouve son application le principe affirmé naguère encore, avec tant d'autorité, par M. Milne Edwards, que la *larve n'est qu'un embryon à vie indépendante*. Le développement du *Pilidium* et de la larve de Desor nous montrent que le *Pilidium* n'est que le représentant, à l'état libre, de l'un des stades existant dans notre premier type embryonnaire (stade *Gastrula* au moment de la naissance des quatre invaginations de Muller), tandis que la larve de Desor est le représentant d'un des stades du second type [embryon composé d'une masse interne (endoderme feuillet moyen) et d'une couche superficielle (exoderme)]. Le *Pilidium* et la larve de Desor cessent donc de se présenter comme des formes énigmatiques, opposées par leur complexité de structure à la simplicité générale d'organisation du groupe; elles rentrent de plein droit, et de la manière la plus naturelle, dans le cycle normal.

» Le parallélisme complet, entre les différents modes de développement, nous apprend en même temps à ne voir dans la chute des membranes superficielles chez le *Pilidium* et les types qui s'y rapportent qu'une simple anomalie, due au développement exagéré de l'exoderme; le retour à la condition normale, qui doit suivre la formation des organes internes, produit nécessairement un phénomène inverse, et c'est à ce phénomène inverse qu'il faut attribuer les cas d'affaissement (*Balanoglossus*) ou de destruction de la peau (*Némertes*).

» Ces différents points (6°) montrent qu'il y a dans l'organisation des *Némertes* un trait essentiel *autour duquel viennent se grouper tous les phénomènes embryologiques : la division en musculature céphalique et en musculature du corps*. Ce fait possède des analogues chez les *Turbellariés* (*Stenostomum Leucops*); il est en opposition complète avec la naissance de la musculature chez les Annélides. L'embryogénie conduit donc, à l'inverse de ce qu'avait fait supposer jusqu'ici la complexité des formes larvaires, à un rapprochement avec les Vers inférieurs et les *Turbellariés* plutôt qu'avec les Vers supérieurs et les Annélides. »

ANTHROPOLOGIE. — *Caractères ostéologiques; observations sur la persistance de l'intermaxillaire chez l'homme*. Note de M. **A. Roujou**, présentée par M. de Quatrefages.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie le résultat d'observations qui peuvent offrir un certain intérêt, au point de vue de l'Anatomie comparée.

» J'ai constaté des traces de séparation des *intermaxillaires* d'avec les

maxillaires, sur des crânes *humains modernes*, trouvés dans la région montagneuse qui s'étend des Dômes aux Dores, département du Puy-de-Dôme. Une fissure indiquait cette séparation; elle part du trou incisif, et est même encore très-visible sur des crânes ayant appartenu à *des hommes âgés de plus de quarante ans*.

» Chose étrange, cette fissure n'est pas beaucoup plus marquée sur des têtes d'enfants de cette région. Mais il faut prendre en considération que ces enfants, quoique mêlés du même sang, présentent un type supérieur, par suite de croisements.

» Les têtes d'adultes, dont il a été question plus haut, sont brachycéphales, massives, grossières et sauvages; les arcades sourcilières sont très-proéminentes, les pommettes très-fortes, les mâchoires fortement prognathes. Elles appartiennent à un ancien type très-basané, qui n'est pas rare dans les montagnes de cette région.

» Je n'ai jamais observé le caractère qui fait l'objet de cette Note sur aucun crâne de la Limagne, même sur les plus dégradés. Je ne l'ai pas rencontré, non plus, dans les environs de Paris; le seul crâne français que je connaisse comme présentant cette particularité est celui d'une jeune femme prognathe, trouvé dans les environs de Saint-Acheul. Encore faut-il remarquer que la fissure indiquant la séparation des pièces est bien moindre que chez nos montagnards, qui sont cependant plus âgés, au moins du double.

» Faut-il voir dans le fait que je viens de signaler un caractère anatomique d'une de nos plus anciennes races, ou, simplement, une particularité locale résultant d'influences dégradantes? C'est ce que je ne saurais dire, pour le moment; cependant, je suis plus porté à accepter la première hypothèse.

» Il me semble qu'il y a intérêt à noter l'existence, dans notre pays, d'une particularité anatomique qui n'a été encore indiquée, si je ne me trompe, que chez les *Nègres et les Australiens*, et encore *sur des sujets plus jeunes* que ceux que j'ai pu étudier ici. »

HISTOIRE NATURELLE. — *Action du sulfure de carbone sur un insecte qui attaque les plantes des herbiers*. Note de M. **J.-B. Schnetzler**.

« Tous ceux qui sont chargés de la conservation des herbiers connaissent la difficulté de préserver les plantes desséchées de petits ennemis qui les attaquent. Nous trouvons parmi ces derniers *Anobium pertinax* et

A. paniceum, *Ptinus fur*, *Dernester Pellio*, *Psocus pulsatorius*, etc. Parmi les matières insectifuges et insecticides indiquées, nous trouvons le sublimé corrosif, le calomel, l'essence de térébenthine, le camphre, etc. Ces substances sont ou dangereuses pour celui qui doit les manipuler, ou inefficaces contre les insectes.

» L'hiver dernier, un bel herbier de plantes phanérogames suisses, qui se trouve dans le cabinet de botanique de l'Académie de Lausanne, fut attaqué par un petit Coléoptère, l'*Anobium paniceum*, F. L'insecte parfait atteint de 3 à 4 millimètres de longueur, 1,3 à 2 millimètres de largeur. La couleur est d'un brun rouge lustré, de petits poils blancs lui donnent une teinte grisâtre; les élytres sont pointillées en stries longitudinales. La larve, grosse, molle, de couleur blanchâtre, est pourvue d'une paire de mandibules avec lesquelles elle dévore les tissus des végétaux, le vieux pain, les biscuits des marins, les oublis, les collections d'insectes, les vieux livres, etc.

» Dans les herbiers, notre *Anobium* s'attaque de préférence aux plantes de la famille des Composées, des Ombellifères et des Amentacées. Nous avons observé une certaine immunité chez les Valérianes.

» Comme l'herbier attaqué renferme plus de 2600 espèces dont chacune est représentée par un grand nombre d'échantillons, il s'agissait de trouver un moyen énergique, capable d'exterminer complétement l'ennemi qui avait attaqué une de nos plus précieuses collections. Malgré les divergences d'opinions qu'on peut avoir sur l'efficacité des sulfocarbonates alcalins contre le *Phylloxera vastatrix*, toutes les personnes non prévenues ont reconnu que le sulfure de carbone qui se forme par la décomposition des sulfocarbonates dans le sol est l'insecticide le plus sûr, le plus énergique et le plus pratique parmi tous ceux qui ont été proposés jusqu'à présent.

» C'est guidé par cette considération que j'ai eu recours au sulfure de carbone pour combattre l'*Anobium* qui menaçait de détruire notre plus bel herbier suisse. Dans ce but, je fis construire une caisse de bois, dont la contenance était de 300 décimètres cubes. On plaça dans cette caisse cinq fascicules de l'herbier attaqué, dont chacun contenait environ 200 plantes. 4 onces de sulfure de carbone furent versées dans l'intérieur des cinq fascicules entre les feuilles qui renfermaient les plantes. Cette opération se fait rapidement, sans délier les fascicules. Par des essais préliminaires j'avais constaté que le sulfure de carbone ne laisse pas trace d'une tache même sur du papier blanc. Après l'introduction du sulfure de carbone dans les fascicules, on ferma rapidement et hermétiquement le couvercle de la

caisse. Celle-ci fut placée dans un laboratoire, sans que l'odeur très-faible qui s'en exhalait incommodât le moins du monde les personnes qui y travaillaient (1).

» Comme les larves d'insectes, plus ou moins engourdies en hiver, même dans les chambres, sont plus difficiles à tuer que pendant la saison chaude, je laissai les cinq fascicules de plantes exposés pendant un mois à l'action du sulfure de carbone, c'est-à-dire du 15 janvier au 15 février.

» Un examen très-minutieux constata que, sur les plantes exposées ainsi au sulfure de carbone, *toutes* les larves d'*Anobium* étaient mortes. On reconnaît cette mort, soit par le changement de couleur qui passe du blanc au jaune et au brun, soit par la position du corps qui n'est plus recourbé ou qui, lorsqu'il est recourbé, ne prend plus cette position lorsqu'on l'étend à l'aide d'une aiguille.

» Dans une seconde expérience qui dura seulement quinze jours, du 23 février au 10 mars, l'effet fut exactement le même; les nombreuses larves qui avaient surtout envahi les Ombellifères, même le *Conium maculatum*, avaient toutes péri sous l'influence des vapeurs du sulfure de carbone.

» Nous voyons donc ici un insecte, qui jusqu'à présent a résisté à tous les moyens employés contre lui, subir une destruction complète par l'action des vapeurs qui se dégagent des sulfocarbonates alcalins.

» Quant à la dépense, elle est minime : 4 onces de sulfure de carbone, achetées même dans une pharmacie, coûtent 80 centimes. Or, avec ces 4 onces, je désinfecte complétement au moins 1000 plantes. Donc, pour la désinfection complète d'un herbier de 100 000 plantes, on n'emploierait que la somme fort modique de 80 francs. Il est évident qu'en augmentant le volume et le nombre des caisses de bois, de même qu'en abrégeant le temps de l'exposition (il reste encore à en fixer le minimum), la désinfection des grands herbiers peut se faire très-rapidement. Lorsqu'on considère que des sommes fort considérables sont perdues annuellement par les dégâts causés, dans les collections de plantes et d'insectes, etc., par les insectes dont nous parlons ou d'autres semblables, le procédé que je viens d'expérimenter me paraît avoir une certaine importance. »

---

(1) Mais il vaut mieux opérer sous un hangar, loin de tout foyer et de toute lampe ou flamme. L'air de la caisse étant ou pouvant être converti en un mélange détonant auquel le feu pourrait être communiqué par les vapeurs sortant de quelque fissure de la caisse.

M. Ch. Sainte-Claire-Deville présente, au nom du général *Chanzy*, gouverneur général de l'Algérie :

1° La deuxième livraison du deuxième volume (1875) des tableaux d'observations du *Bulletin météorologique algérien* (février 1875);

2° La première Partie complète du premier volume (1874) contenant, outre les documents officiels relatifs à l'institution du réseau météorologique algérien et la carte de ce réseau, plusieurs Notices ou Mémoires, entre autres, une Note de M. le capitaine du Génie *Brocard* sur l'invasion des sauterelles en Algérie, en 1874, et un grand travail de M. l'Inspecteur général des Mines, *Ville*, sur l'approvisionnement, en eau potable, de la ville d'Alger.

La séance est levée à 6 heures un quart. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 10 avril 1876.

Mémoires de l'Académie des Sciences, des Lettres et des Arts d'Amiens; 3e série, t. II. Amiens, imp. Yvert, 1875; in-8°.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Lettres et Arts d'Arras; 2e série, t. VII, Arras, typ. Courtin, 1875; in-8°.

Méthode rationnelle d'articulation à l'usage des institutions de sourds-muets (École française); par E. Colombat (de l'Isère). Paris, P. Asselin, 1875; in-8°.

Du cours d'articulation dans l'enseignement des sourds-muets; par E. Colombat (de l'Isère). Paris, L. Larose, 1873; br. in-8°.

De la sociabilité des sourds-muets; par E. Colombat. Paris, P. Asselin, 1874; br. in-8°.

Anatomie et physiologie de l'Abeille; par Michel Girdwoyn. Paris, J. Rothschild, 1875; br. grand in-4° avec atlas in-f°.

Les travaux publics de la France, ouvrage publié sous les auspices du Ministère des Travaux publics et sous la direction de M. L. Reynaud. Paris, J. Rothschild, sans date; in-f° (livraison-spécimen).

Les Coléoptères. Organisation, mœurs, etc. Iconographie et histoire naturelle des Coléoptères d'Europe. Paris, Rothschild, 1876; in-4° avec planches.

A. VOGL. *Les aliments,* traduction par A. FOCILLON. Paris, Rothschild, 1876; in-8° cartonné.

Les ravageurs des vergers et des vignes; par H. DE LA BLANCHÈRE. Paris, Rothschild, 1876; in-18 cartonné.

Les ravageurs des forêts et des arbres d'alignement; par H. DE LA BLANCHÈRE. Paris, Rothschild, 1876; in-18 cartonné.

Note sur un cas d'anophthalmos (anopsie. Absence congénitale des yeux chez un enfant nouveau-né); par M. LAFORGUE. Toulouse, imp. Douladoure, sans date; br. in-8°. (Extrait des *Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse*).

Annales de la Société des Sciences industrielles de Lyon; n° 1, 1876. Lyon, imp. H. Storck, 1876; in-8°.

Service météorologique de l'Algérie. Bulletin mensuel publié sous les auspices de M. le général CHANZY, gouverneur général; 1re année, décembre 1873-décembre 1874. Paris et Alger, sans date; in-4°.

Bulletin météorologique algérien; 2e partie, 1875, 2e livraison (19-27). Alger, sans date; in-4°.

(Ces deux derniers ouvrages sont présentés par M. Ch. Sainte-Claire Deville.)

Société scientifique et littéraire d'Alais; année 1874, t. VI, 2e bulletin. Alais, typog. Martin, 1875; in-8°.

Régénération des vignes phylloxérées, par le procédé J. LAUREAU. Nantes, imp. Guéneux, sans date; opuscule in-18. (Renvoi à la Commission.)

The pharmaceutical journal and transactions; december 1875, january, february 1876. London, Churchill, 1875-1876; 3 liv. in-8°.

The journal of the royal Dublin Society; vol. VII, n° 44. Dublin, 1875; in-8°.

Proceedings of the royal Society of Edinburgh; session 1874-75, vol. VIII, n° 90. Edinburgh, 1874-75; in-8°.

Transactions of the royal Society of Edinburgh; vol. XXVII, part 3, for the session 1874-75. Edinburgh, 1874-75; in-4°.

(A suivre.)

DATES.	BAROMÈTRE A MIDI réduit à zéro.	THERMOMÈTRES du jardin. Minima.	Maxima.	Moyenne.	Moyenne vraie.	Écart de la normale.	THERMOMÈTRE ÉLECTRIQUE à 20 mètres.	ACTINOMÈTRE.	THERMOMÈTRES du sol. Surface.	à 0m,20.	à 1m,00.	TENSION DE LA VAPEUR.	ÉTAT HYGROMÉTRIQUE.	UDOMÈTRE (à 1m,80).	ÉVAPOROMÈTRE.	ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE.	OZONE en milligrammes par 100 mètres cubes d'air.
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)
	mm	o	o	o	o	o	o		o	o	o	mm		mm	mm		
1	749,2	9,5	13,1	11,3	9,5	4,0	9,3	12,2	9,0	8,9	6,8	7,7	86	6,4	1,8	″	″
2	55,6	4,7	11,9	8,3	8,5	2,9	8,5	8,3	7,7	7,5	7,0	7,5	90	8,9	0,9	″	″
3	56,3	10,7	13,5	12,1	11,5	5,8	11,3	4,5	11,2	8,5	7,1	8,7	86	0,1	2,2	″	″
4	52,4	9,4	10,9	10,2	7,0	1,2	7,1	9,8	6,0	8,5	7,3	6,6	88	3,2	1,3	″	″
5	51,9	1,6	10,7	6,2	7,1	1,3	7,1	7,6	6,7	6,9	7,4	7,1	93	6,6	0,8	″	″
6	51,8	8,9	14,0	11,5	10,1	4,3	10,0	22,3	9,2	8,1	7,4	7,9	85	0,7	2,4	″	″
7	53,3	3,7	9,7	6,7	6,7	0,9	6,5	35,6	6,7	7,5	7,4	5,5	75	1,1	3,3	″	″
8	52,4	3,8	11,8	7,8	7,8	2,0	7,7	30,4	7,6	6,9	7,4	7,0	89	3,8	2,2	″	″
9	32,0	(a) 1,8	(a) 8,2	5,0	5,4	-0,4	5,5	26,0	5,4	7,2	7,4	5,8	85	11,4	2,2	″	″
10	30,0	2,3	8,3	5,3	5,3	-0,5	5,1	12,3	4,9	5,8	7,3	5,3	80	1,9	2,6	″	″
11	37,9	3,8	10,9	7,4	6,4	0,6	6,3	30,9	6,1	5,9	7,2	5,7	81	0,5	2,1	″	″
12	29,0	4,1	15,7	9,9	8,5	2,6	8,4	17,4	8,2	6,7	7,1	6,7	79	8,4	3,2	″	″
13	47,6	1,8	9,3	5,6	5,0	-1,0	5,1	39,2	6,3	6,3	7,1	4,8	74	0,0	2,1	″	″
14	52,4	2,3	13,4	7,9	8,9	2,8	8,9	30,6	9,0	6,4	7,1	6,5	76	0,0	3,5	″	″
15	45,9	6,6	11,3	9,0	7,1	0,9	7,0	16,5	6,8	6,9	7,1	6,5	85	4,8	2,8	″	13,8
16	50,7	2,6	11,2	6,9	6,8	0,5	6,6	35,2	6,6	6,4	7,1	5,9	81	0,4	2,1	″	19,3
17	49,6	4,6	7,9	6,3	4,3	-2,0	4,2	19,6	4,2	6,5	7,1	4,6	75	0,2	3,1	″	12,0
18	54,3	-1,2	6,7	2,8	1,7	-4,7	2,0	33,1	1,1	5,0	7,1	3,5	70	0,1	″	″	15,2
19	53,8	-0,9	5,2	2,2	0,9	-5,6	1,5	30,7	-0,1	4,2	6,9	3,9	80	0,0	″	″	10,2
20	54,3	-2,8	5,1	1,2	1,4	-5,2	1,8	20,7	1,3	3,7	6,7	4,0	79	0,1	″	″	1,5
21	53,1	-2,4	6,7	2,2	1,3	-5,4	1,6	26,3	1,2	3,7	6,5	4,3	83	0,1	″	″	4,4
22	47,2	-0,2	5,2	2,5	1,8	-5,0	1,7	24,1	1,5	3,8	6,3	4,1	78	0,1	″	″	3,6
23	51,6	-1,9	7,1	2,6	2,2	-4,7	2,7	43,1	2,1	3,7	6,2	3,7	70	″	″	″	4,6
24	46,2	-0,2	12,0	5,9	6,1	-0,9	6,0	32,6	6,1	4,4	6,0	5,0	72	″	2,3	″	″
25	41,8	2,3	13,4	7,9	7,4	0,2	7,4	38,9	7,1	5,8	6,0	5,3	69	″	4,6	″	2,2
26	42,6	3,0	8,5	5,8	5,1	-2,3	4,7	19,1	4,9	6,1	6,1	4,7	72	″	2,0	″	3,2
27	39,8	2,6	20,3	11,5	11,7	4,1	11,2	27,0	11,2	7,0	6,2	6,7	68	0,1	3,6	″	″
28	37,7	7,6	16,4	12,0	10,8	3,0	10,4	40,0	9,4	8,4	6,4	7,9	81	3,2	3,4	″	″
29	44,6	4,6	13,7	9,2	8,3	0,3	7,5	31,5	8,6	7,9	6,7	6,2	78	0,5	3,0	″	14,6
30	48,1	3,5	18,1	10,8	9,9	1,7	9,8	46,0	9,8	8,0	7,0	7,1	79	0,1	3,1	″	9,9
31	45,3	4,7	16,4	10,6	10,8	2,4	11,4	27,8	9,5	8,4	7,1	6,8	71	″	2,7	″	9,5

(6) La température normale est déduite de la courbe rectifiée des températures moyennes de soixante années d'observations. —
(8) Moyennes des cinq observations. — Les degrés actinométriques sont ramenés à la constante solaire 100.
— (5) (7) (9) (10) (11) (12) (13) (16) Moyennes des observations sexhoraires.
(a) Variations irrégulières.

DATES.	MAGNÉTISME TERRESTRE (moyennes diurnes). Déclinaison.	Inclinaison.	Intensité horizontale.	Intensité totale.	VENTS à 20 mètres. Direction moyenne	Vitesse moyenne en kilomètres à l'heure.	Pression moyenne en kilogrammes par mètre carré.	DIRECTION DES NUAGES.	NÉBULOSITÉ (0 à 10).	REMARQUES.
	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	
1	17°.17',6	65°.36',4	1,9325	4,6598	WSW	24,4 km	5,61 kg	SW ¼ W	7	Bourrasques et continuellement pluvieux.
2	18,4	36,6	9325	6604	S à W	20,8	4,08	NW k	9	Quelques bourrasques, pluies fréquentes.
3	19,3	35,7	9327	6582	WSW	24,4	5,61	W à SW	10	Gouttes de pluie le matin.
4	* 16,1	* 35,9	* 9325	6583	WSW	18,6	3,26	WSW	7	Pluvieux le jour.
5	17,4	36,4	9329	6607	WSW	23,5	5,21	WSW	10	Quelques bourrasques et contin. pluvieux.
6	19,2	35,9	9324	6581	WSW	27,0	6,87	SW k	8	Matinée pluvieuse.
7	17,8	35,1	9323	6556	W	27,4	7,08	WNW	6	Ondée mêlée de grêle à 8h 40m matin.
8	19,2	35,8	9321	6570	W à S	31,8	9,53	SSW k	9	Pluvieux l'après-midi et le soir. Bourrasques.
9	* 17,3	* 35,2	9320	6551	WSW	36,2	12,35	WSW	9	Matinée pluvieuse. A 2h 40m, rafale avec grêle.
10	18,3	35,2	9322	6556	SW	27,3	7,03	SW	8	Bourrasques. Pluies mêlées de grêle.
11	18,4	34,7	9327	6552	W à S	20,1	3,81	W ¼ NW k	8	Pluvieux après-midi. Halos lunaires.
12	18,5	35,1	9318	6543	WSW	(A) très-fort.		SW à NW	10	Matinée pluvieuse. Tempête.
13	18,8	35,8	9317	6560	W	modéré.		SW k	5	Quelques gouttes de pluie l'après-midi.
14	19,6	35,3	9320	6553	WSW	assez fort.		WSW	6	Petites pluies le matin.
15	18,0	35,6	9321	6564	SW-WNW	fort.		SW-WNW	8	Bourrasques et continuellement pluvieux.
16	18,7	35,3	9318	6548	WSW	faible.		NW k	7	Pluvieux l'après-midi et le soir.
17	17,5	35,3	9322	6558	W	faible.		W ¼ NW	7	Un peu de pluie le matin.
18	18,4	36,0	9330	6598	NW	modéré.		NW	4	Neige et grésil avant le jour.
19	19,3	35,8	9336	6606	NNW	faible.		NW-NE	5	Frimas avant l'aurore. [de neige le soir.
20	19,4	36,2	9338	6623	NW	faible.		NW à W	9	Givre le mat. Grésil à 6h 30 mat. Qq. flocons
21	19,7	36,0	9336	6612	NW-S-SE	très-faible.		NW à S	9	Petites neiges après-midi et soir.
22	19,0	35,6	9337	6603	NE	modéré.		NE	7	Flocons de neige par intervalles.
23	20,1	35,4	9335	6592	NE	faible.		SSW k	2	»
24	19,9	35,8	9342	6621	N à E	faible.		S à E	6	»
25	* 18,4	* 35,6	* 9324	6573	NE	modéré.		S k	4	Rosée le matin, faible halo lunaire.
26	18,2	36,9	9319	6599	NNE	faible.		SE	9	Brumes élevées.
27	19,8	35,8	9323	6575	SSE	très-faible.		SSW k	7	Qq. peu de pluie le matin. [3h 30 à 3h 50 s.
28	* 18,9	35,5	9324	6569	SSW	modéré.		S k	6	Grêle et pluie à 11h 30 m. Orage avec grêle de
29	* 20,0	35,6	9324	6572	SSW	modéré.		SW	6	Pluies intermittentes. Arcs-en-ciel.
30	* 19,6	35,8	9323	6575	SSE	faible.		SW k	6	Quelques gouttes de pluie matin et soir.
31	19,5	36,0	9322	6579	SSE	très-faible.		SSW k	8	Brumeux vaporeux.

(18 à 21) * Perturbations. (18, 19) Valeurs déduites des mesures absolues prises sur la fortification. (20, 21) Valeurs déduites des mesures absolues faites au pavillon magnétique.
(22) (25) Le signe W indique l'ouest, conformément à la décision de la Conférence internationale de Vienne.
(23) Vitesses maxima : les 1er et 2, de 60 à 75 kilomètres; les 5, 6 et 7, de 45 à 60 kil.; les 8 et 9, 83 kil.; et le 10, 55 kil.
(A) Le 12, l'anémomètre est emporté, vers 3h 50m du soir, par une violente bourrasque dont la vitesse est estimée supérieure à 110 kilomètres.

MOYENNES HORAIRES ET MOYENNES MENSUELLES (Mars 1876).

	6h M.	9h M.	Midi.	3h S.	6h S.	9h S.	Minuit.	Moyennes.
Déclinaison magnétique .... 17° +	15′,5	16′,2	24′,5	23′,1	19′,5	15′,8	15′,3	17°.18′,7
Inclinaison » .... 65° +	35,9	36,2	35,4	35,6	35,6	35,7	35,9	65.35,7
Force magnétique totale.. .... 4,+	6595	6582	6558	6564	6574	6579	6590	4,6579
Composante horizontale............... 1,+	9330	9321	9321	9321	9325	9326	9328	1,9326
Électricité de tension (1).....................	»	»	»	»	»	»	»	»
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Baromètre réduit à 0°........................	747,13	747,32	746,98	746,31	746,96	747,55	747,51	747,15
Pression de l'air sec.	741,24	741,08	740,85	740,21	741,18	741,98	741,74	741,26
Tension de la vapeur en millimètres...	5,89	6,24	6,13	6,10	5,78	5,57	5,77	5,89
État hygrométrique.........................	89,1	81,0	69,3	67,4	72,9	78,2	85,0	79,1
	°	°	°	°	°	°	°	°
Thermomètre du jardin	4,67	6,99	9,21	9,42	7,36	5,93	5,22	6,62
Thermomètre électrique à 20 mètres	4,80	6,60	8,79	8,98	7,35	6,15	5,35	6,57
Degré actinométrique.......................	0,56	37,27	50,16	39,25	1,82	»	»	25,81
Thermomètre du sol. Surface	3,83	8,00	11,05	9,60	6,11	4,84	3,51	6,13
» à 0m,02 de profondeur...	2,82	5,47	7,55	8,15	7,00	5,97	5,32	5,67
» à 0m,10 » ...	5,63	5,58	6,41	7,16	7,27	6,77	6,27	6,40
» à 0m,20 » ...	6,25	6,10	6,15	6,52	6,81	6,88	6,71	6,48
» à 0m,30 » ...	6,36	6,25	6,19	6,29	6,48	6,62	6,60	6,41
» à 1m,00 » ...	6,87	6,87	6,88	6,88	6,89	6,89	6,90	6,89
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Udomètre à 1m,80...	7,9	10,8	11,2	13,8	13,7	2,6	2,7	t. 62,7
Pluie moyenne par heure	1,33	3,60	3,73	4,60	4,57	0,87	0,90	»
Évaporation moyenne par heure (25 jours)(2).	0,05	0,05	0,14	0,19	0,18	0,09	0,09	t. (63,3)
Vitesse moy. du vent en kilom. par heure (3)..	25,32	22,05	27,72	28,93	27,20	22,17	25,93	25,58
Pression moy. du vent en kilog. par heure (3)...	6,04	4,58	7,24	7,88	6,97	4,63	6,34	6,16

Moyennes horaires.

Heures.	Déclinais.	Pression.	Température.		Heures.	Déclinais.	Pression.	Température.	
			à 2m.	à 20m.				à 2m.	à 20m.
	° ′	mm	°	°		° ′	mm	°	°
1h matin....	17.17,0	747,52	4,84	5,04	1h soir......	17.25,2	746,66	9,62	9,16
2 »	18,8	47,48	4,44	4,76	2 »	24,5	46,42	9,70	9,22
3 »	19,8	47,41	4,13	4,55	3 »	23,1	46,31	9,43	8,99
4 »	19,4	47,32	4,03	4,47	4 »	21,6	46,39	8,87	8,51
5 »	17,7	47,19	4,22	4,55	5 »	20,5	46,63	8,12	7,93
6 »	15,5	47,14	4,67	4,80	6 »	19,5	46,96	7,35	7,34
7 »	14,1	47,15	5,34	5,25	7 »	18,5	47,27	6,68	6,83
8 »	14,3	47,23	6,13	5,85	8 »	17,2	47,47	6,21	6,45
9 » ...	16,2	47,33	6,99	6,59	9 »	15,8	47,55	5,93	6,15
10 »	19,2	47,34	7,84	7,40	10 »	14,7	47,56	5,74	5,90
11 »	22,3	47,24	8,60	8,16	11 »	14,4	47,54	5,54	5,64
Midi.........	24,5	46,98	9,22	8,79	Minuit.......	15,3	47,52	5,24	5,35

Thermomètres de l'abri (moyennes du mois.)

Des minima.......... 3°,3 Des maxima........ 11°,2 Moyenne............. 7°,3

Thermomètres de la surface du sol.

Des minima...... .... 2°,0 Des maxima.. ...... 16°,1 Moyenne......... .... 9°,1

Températures moyennes diurnes par pentades.

1876. Mars 2 à 6.....	8°,8	Mars 12 à 16.....	7°,3	Mars 22 à 26......	4°,5
» 7 à 11....	6,3	» 17 à 21.....	1,9	» 27 à 31......	10,3

(1) Unité de tension, la millième partie de la tension totale d'un élément Daniell pris égal à 28700.
(2) En centièmes de millimètre et pour le jour moyen. — (3) Du 1er au 11.

COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 AVRIL 1876.

PRÉSIDENCE DE M. LE VICE-AMIRAL PÂRIS.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelles recherches sur les carbures pyrogénés et sur la composition du gaz de l'éclairage;* par M. BERTHELOT.

« 1. Le gaz de l'éclairage offre un intérêt tout particulier dans l'étude des carbures pyrogénés, parce qu'il renferme les produits des réactions diverses qui peuvent s'exercer entre ces corps à la température rouge. Or la théorie des corps pyrogénés indique que presque tous les carbures d'hydrogène doivent prendre naissance à cette température, du moment où l'acétylène et l'hydrogène se trouvent en présence; tous ces carbures étant liés entre eux, d'après mes expériences (1), par des lois régulières de transformation et par des relations d'équilibre, telles que l'existence de l'un quelconque d'entre eux à la température rouge entraîne comme conséquence la formation successive de tous les autres. L'étude approfondie du gaz de l'éclairage fournit de nouvelles preuves à l'appui de cette théorie. En effet, je vais exposer des faits qui tendent à établir dans ce gaz la

(1) *Voir* le résumé que j'en ai donné dans ma *Synthèse chimique*, p. 219 à 215; chez Germer-Baillière, 1876.

présence de la benzine, $C^{12}H^6$, du propylène, C^6H^6, de l'allylène, C^6H^4, du crotonylène, C^8H^6, du térène, $C^{10}H^8$, et à fournir quelques notions sur leurs proportions relatives.

» 2. *Benzine.* — La présence de la benzine dans le gaz de l'éclairage est une conséquence nécessaire de l'existence de ce carbure dans les produits de distillation (Faraday, Mansfield), et de sa tension de vapeur (60 millimètres à 15 degrés, d'après M. Regnault). Quelque diminuée que cette tension puisse être par la présence des matières goudronneuses, on sait qu'on démontre aisément la benzine en dirigeant le gaz à travers l'acide nitrique fumant, qui la change en nitrobenzine : 2 à 3 centimètres cubes de gaz et une gouttelette d'acide, que l'on dilue ensuite, suffisent pour en reconnaître l'odeur caractéristique. En dirigeant lentement 50 litres de gaz à travers 8 à 10 centimètres cubes d'acide, puis en précipitant par l'eau la nitrobenzine que l'on pèse, on peut même doser approximativement la benzine. J'ai trouvé ainsi, dans divers essais, 2 à 3 volumes de vapeur de benzine sur 100 volumes du gaz parisien; nombres un peu faibles à cause de la difficulté de condenser les fumées qui s'échappent de l'acide (1). La nitrobenzine ainsi obtenue renferme un peu de toluène et quelques produits accessoires. Mais ce procédé de dosage est d'une exécution assez lente.

» En voici un autre plus prompt et qui permet d'opérer sur 15 à 20 centimètres cubes de gaz d'éclairage. On prend un flacon de 15 à 20 centimètres cubes, à large ouverture, bouché à l'émeri; on en jauge d'abord la capacité, dans les conditions de l'analyse. A cette fin, on le remplit d'eau sous la cuve et l'on déplace cette eau à l'aide d'un courant d'air, le flacon renversé étant tenu bien vertical; cela fait, on prend un très-petit tube fermé par un bout, d'une capacité égale à 1 centimètre cube ou $1^{cc},50$, on le remplit d'eau et on l'introduit dans le flacon, en soulevant le petit tube à l'aide du bouchon que l'on ajuste ensuite. On retire aussitôt le bouchon et l'on fait passer l'air du flacon dans un tube gradué, divisé en dixièmes de centimètre cube. On répète cinq à six fois cette opération : les résultats partiels doivent concorder à $\frac{1}{10}$ de centimètre cube, et la moyenne à $\frac{1}{20}$: on obtient ainsi la capacité du flacon dans les conditions de l'analyse future. Pour exécuter celle-ci, on remplit exactement sur l'eau le petit flacon avec du gaz de l'éclairage (préalablement débarrassé d'acide car-

(1) Il convient aussi de tenir compte dans ces essais de la solubilité de la nitrobenzine dans l'eau acide.

bonique) : on y introduit le même petit tube, rempli cette fois d'acide nitrique fumant, et l'on bouche aussitôt. On agite, ce qui change la vapeur de la benzine en nitrobenzine. Après un moment, on débouche vivement, opération qui doit être faite avec dextérité, attendu que la tension de l'acide fumant accroît le volume du gaz dans une proportion souvent supérieure à la quantité de vapeur de benzine absorbée. C'est pour compenser cette augmentation que l'on a choisi un bouchon un peu volumineux; mais il faut l'abaisser assez vite pour que les gaz intérieurs n'aient pas le temps de se dégager entre le col et la surface du bouchon. A part ce petit tour de main, l'opération est facile. Cela une fois exécuté, on introduit un fragment de potasse pour absorber la vapeur nitrique, puis on mesure le résidu. La diminution de volume représente la vapeur de benzine (et de toluène), seul gaz absorbable dans ces conditions en proportion notable, d'après mes essais. En effet l'acétylène et le gaz oléfiant se retrouvent après l'analyse, pourvu que leur proportion ne surpasse pas quelques centièmes. J'ai trouvé, pour la vapeur de benzine, des nombres compris entre 3 et 3,5 centièmes en volume.

» Je dois dire cependant que ce nombre doit comprendre quelque trace d'un autre carbure, car il se forme une petite quantité d'acide carbonique dans la réaction de l'acide nitrique; mais c'est là un phénomène accessoire et négligeable dans les conditions décrites.

» Comme contrôles, j'ai examiné l'action de l'acide sulfurique et celle du brome sur le gaz même des essais précédents. Le brome absorbait 3,7 centièmes du gaz primitif, chiffre à peine supérieur à celui de la vapeur de la benzine. L'acide sulfurique bouilli, par une action immédiate, a absorbé 1,8 centième; mais il convient de déduire de ce chiffre la vapeur d'eau, dont la tension représentait 1,6 dans les conditions des expériences. Il reste donc 0,2 centièmes au plus pour les carbures, quels qu'ils soient, absorbables par l'acide sulfurique bouilli (propylène, allylène, crotonylène, etc.), chiffre si petit que l'on ne saurait en répondre. Le brome, agissant ensuite sur le résidu de cette réaction, a absorbé 3,5 centièmes, chiffre à peine différent du volume absorbable par l'acide nitrique.

» Il suit de ces essais que les carbures qui ne sont absorbables immédiatement ni par l'acide nitrique fumant, ni par l'acide sulfurique bouilli, tout en étant absorbables par le brome, c'est-à-dire l'acétylène, l'éthylène, etc., n'existent qu'en très-faible proportion, 2 à 3 millièmes au plus : résultat conforme aux expériences déjà anciennes par lesquelles j'ai extrait directement, puis régénéré l'éthylène (sous forme d'iodure,

en 1854) et l'acétylène (sous forme d'acétylure cuivreux) du gaz de l'éclairage.

» En résumé, la benzine constitue le carbure le plus abondant, après le formène, dans le gaz de l'éclairage parisien. Elle s'y trouve à la proportion de 3 pour 100 environ en volume, ou 100 grammes par mètre cube. La benzine représente dans un tel gaz le carbure éclairant par excellence; bien que ce gaz, dépouillé de vapeur de benzine, conserve encore un pouvoir éclairant sensible, sans doute à cause de la présence de quelque petite quantité des *carbures* saturés *de la série forménique*, $C^{2n}H^{2n+2}$, plus condensés que le formène lui-même.

» Les analyses eudiométriques par combustion, seules employées naguère pour l'étude du gaz d'éclairage, ne fournissent que des indications imparfaites. La traduction de leurs résultats par les noms de carbures déterminés, éthylène, butylène, etc., qui se rencontreraient à la dose de 4, 6 ou 8 centièmes, est absolument erronée, comme reposant sur un simple jeu d'équations algébriques, calculées dans l'hypothèse de certaines inconnues, qui ne sont pas conformes à la réalité.

» 3. L'existence et la proportion approximative de l'*éthylène* et de l'*acétylène* étant indiquées par les épreuves rappelées plus haut, je passe aux autres gaz hydrocarbonés.

» 4. *Propylène, butylène, allylène, etc.* — J'ai cherché à caractériser ces gaz en les unissant à l'acide sulfurique, pour les changer ensuite en hydrates. A cet effet, je fais traverser le gaz de l'éclairage (aspiré à l'aide d'une trompe), d'abord à travers de l'acide sulfurique étendu de son volume d'eau, puis à travers une colonne de pierre ponce, fortement imbibée d'acide sulfurique concentré. Au bout d'un temps suffisant, j'ai examiné les produits. Dans le premier flacon (acide étendu) s'est condensée une matière goudronneuse (4 à 5 grammes pour 100 mètres cubes), qui ne fournit pas de produits volatils avant d'avoir été chauffée vers 360 à 400 degrés. Je n'en ai pas poursuivi l'étude; mais je pense qu'elle dérive de la condensation polymérique de quelque carbure très-altérable, tel que le diacétylène ou des corps analogues. L'acide aqueux lui-même, soumis à un système convenable de distillations fractionnées, a fourni finalement un peu d'*acétone*, soit $0^{gr},25$ environ par 100 mètres cubes. Je regarde ce corps comme signalant l'existence de l'*allylène*, C^6H^4, dont il représente l'un des hydrates. Mais une portion de ce carbure a dû se changer en triallylène (mésitylène) sous l'influence de l'acide; cette portion sera évaluée plus loin à $1^{gr},25$ par 100 mètres cubes.

» Dans le second flacon ou, plus exactement, dans le vase en colonne qui contient la pierre ponce, l'acide sulfurique s'est écoulé peu à peu vers la partie inférieure, laissée libre à dessein. On y trouve deux couches liquides, savoir un mélange d'hydrocarbures, qui surnage, et de l'acide sulfurique plus ou moins altéré, chargé de l'eau enlevée au gaz, et répandant une forte odeur d'acide sulfureux. Cette couche inférieure, isolée et étendue d'eau, laisse précipiter une substance hydrocarbonée, visqueuse et volatile seulement au-dessus de 300 et 400 degrés : je n'ai réussi à en tirer aucun corps défini; mais il n'est pas douteux qu'elle ne représente des produits polymérisés (25 grammes par 100 mètres cubes). L'acide étant étendu d'eau et distillé à plusieurs reprises, j'ai obtenu finalement de l'alcool isopropylique, mêlé avec quelque peu des hydrates analogues (en tout $0^{gr},5$ par 100 mètres cubes de gaz); ce composé signale l'existence du *propylène* et fournit quelque indice sur sa proportion, bien qu'une portion ait dû être polymérisée.

» J'exposerai prochainement les résultats fournis par l'examen des hydrocarbures insolubles dans l'acide sulfurique. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur l'orientation des arbres renversés par les tornados ou les trombes;* par M. Faye.

« Malgré une variété indéfinie d'effets singuliers ou terribles, les trombes, les tornados et les cyclones se réduisent à un mécanisme tout géométrique, celui des tourbillons de nos cours d'eau. Quels que soient les obstacles que le sol leur oppose, maisons, arbres isolés, forêts épaisses, ou bien fleuves, lacs, océan avec ses vaisseaux, ou encore le sable mouvant des déserts, il n'y a jamais que deux éléments à considérer dans ce mécanisme, la gyration et la translation (1). Encore faut-il, lorsqu'on veut expliquer les détails, se représenter nettement le jeu de ces deux actions. C'est faute de s'en être rendu compte que M. Pouillet, à l'aspect des usines détruites et des arbres renversés ou brisés par l'épouvantable trombe de Monville, est arrivé à conclure, dans son Rapport d'ailleurs admirable, que ce météore n'avait rien de commun avec une trombe, et qu'en examinant des phénomènes analogues aux États-Unis MM. Espy, Loomis, Bache, etc., ont été jusqu'à nier le mouvement gyratoire pour tout rapporter à une prétendue aspiration.

(1) Quant au mouvement descendant des spires héliçoïdales, si essentiel à considérer à un autre point de vue, on peut se dispenser d'en tenir compte ici.

» On s'imagine, en effet, qu'un mouvement gyratoire doit renverser les obstacles en dehors, dans le sens des tangentes menées à la circonférence, c'est-à-dire vers tous les points de l'horizon. Or les choses ne se passent pas ainsi. Un grand nombre d'arbres sont couchés de part et d'autre de la trajectoire centrale dans des directions plus ou moins obliques à cette ligne; d'autres sont couchés en croix sur des arbres voisins qui semblent pourtant avoir éprouvé les mêmes actions, ou bien tombent dans des directions diamétralement opposées, ce qui est encore plus incompréhensible. Il y a là une confusion, un chaos apparents, bien faits pour dérouter le spectateur et ouvrir son esprit aux suppositions les plus hasardées. Je saisis donc avec empressement l'occasion que la Lettre de M. Hildebrandsson me présente de traiter ce sujet et de faire voir qu'il est aisé de lever ces difficultés à l'aide d'une sorte de théorème bien simple.

» Rappelons d'abord que, sur notre hémisphère, les tornados et les cyclones tournent de droite à gauche et qu'il paraît bien, par les enquêtes les mieux faites, qu'il en est de même des trombes (1).

» Supposons l'observateur placé sur la trajectoire centrale du météore, regardant dans le sens du mouvement de translation : il aura à distinguer, sur la bande ravagée, deux régions, celle de droite et celle de gauche; puis, dans la trombe elle-même, deux moitiés, l'antérieure et la postérieure. Cela posé :

» *Sur la région de droite, la trombe peut abattre des arbres bien enracinés par la seule attaque de sa partie antérieure, tandis que, sur la demi-bande de gauche, elle ne les renverse que par les actions successives de sa partie antérieure et de sa partie postérieure.*

» Pour s'en rendre compte, il suffit de construire, pour des séries linéaires de points symétriquement placés par rapport à la trajectoire centrale, sur une figure représentant les gyrations de la trombe par des cercles concentriques, la résultante des deux vitesses de gyration et de translation, en donnant à la seconde une grandeur comparable, mais inférieure à la première. Dans une grande partie du quart de cercle placé à l'avant et à droite, à quelque distance de la trajectoire centrale, ces deux vitesses ont

(1) M. d'Abbadie fait remarquer avec raison que cette loi n'a pas été vérifiée pour les trombes en ce qui concerne l'hémisphère austral. Cela tient sans doute à ce que, sur cet hémisphère, nous ne connaissons guère que des trombes marines, pour lesquelles le sens de la rotation (il serait, par analogie avec les cyclones, de gauche à droite) ne peut pas être étudié, après coup, par les traces laissées sur le sol; mais ici le sens de la rotation n'est pas douteux.

des directions assez peu différentes; leur résultante, égale presqu'à leur somme, est inclinée vers la trajectoire centrale dans le sens de la translation. Là est le plus grand effort immédiat de la trombe; les arbres de cette région seront rapidement soumis à des actions considérables, à peu près de même sens, et seront renversés dans la direction susdite. La partie postérieure de la trombe en passant sur eux ne rencontrera plus rien à abattre (1).

» Au contraire, dans une grande partie du quart de cercle placé en avant et à gauche, les deux vitesses composantes seront à peu près opposées; les arbres seront soumis à une série d'efforts beaucoup moindres et changeant très-rapidement de direction à mesure que la trombe passera sur eux. En quelques secondes ils subiront une sorte de torsion de 180 degrés. Finalement ils seront déracinés et projetés sur le sol dans la direction du dernier vent. Or celui-ci, à l'arrière de la trombe, est dirigé aussi vers la ligne centrale, mais bien moins obliquement que dans le premier cas, c'est-à-dire moins que dans la région de droite.

» Il en résulte qu'il n'y a, pour les arbres forestiers, que deux quarts de cercle efficaces en partie, à savoir, dans la région de droite, le quart de cercle de l'avant et dans la région de gauche le quart de cercle de l'arrière. En dernière analyse, le plus grand nombre des arbres résistants ou forestiers tomberont donc vers la trajectoire centrale dans deux directions comprenant un angle assez ouvert, la première à gauche, presque perpendiculaire à la ligne centrale, la deuxième à droite, oblique à cette ligne.

» Évidemment si des arbres à grosse tête, plantés dans un sol ameubli, tels que les arbres fruitiers, se trouvent sur la bande de gauche, ils pourront être renversés par l'avant; alors leur direction de chute se trouvera presque diamétralement opposée à celle des arbres forestiers qu'on trouvera gisants à côté d'eux, à moins que, leur tête donnant encore prise au vent, ils ne soient après leur chute retournés bout pour bout, par le passage du reste de la moitié gauche de la trombe, en laissant sur le sol une trace de cette singulière évolution. On trouve dans le plan des ravages du tornado de Providence (U. S.), dressé par M. Redfield, une illustration

---

(1) Évidemment, dans la région de droite, très-près de la trajectoire centrale, il pourra y avoir des arbres jetés parallèlement à la trajectoire; il en sera de même sur le bord extrême de droite si la chute de ces arbres extrêmes n'est pas gênée par quelque obstacle. Il ne faut pas oublier non plus qu'il peut y avoir pour certains arbres pris en particulier des circonstances individuelles de terrain, de racines, etc., qui peuvent modifier sensiblement l'angle de chute théorique. Celui qui dresse le plan du phénomène doit s'attacher à signaler ces circonstances.

très-complète de ces phénomènes. Il n'est pas, je crois, un détail de ce plan, si étrange qu'il paraisse d'abord, dont on ne puisse se rendre compte par ces simples déductions.

» Il ne faut pas s'attendre à retrouver en pleine forêt, surtout dans une épaisse forêt de hauts sapins comme celle où la trombe de Hallsberg a pratiqué l'an dernier, en quelques secondes, une vaste tranchée de 150 mètres de large sur 300 mètres de longueur, une vérification aussi parfaite de ce théorème, car alors interviennent des influences qui ne se présentent pas sur un terrain où les arbres sont clair-semés. Il faudrait, en effet, tenir compte alors du vent régnant qui s'engouffre à la suite de la trombe entre les hautes parois restées debout de cette tranchée, ainsi que des réactions mutuelles des arbres tombant presque en bloc sur la droite, tandis qu'ils sont tournoyés sur la gauche comme des blés versés. Néanmoins, à l'aspect du plan dressé par M. Hildebrandsson dans son intéressante enquête, on retrouve à peu près la loi précédente. Il y a encore là, en effet, deux directions générales de chute faisant un angle dont le sommet est dirigé dans le sens de la marche du météore; sur la droite les arbres obliquent parfaitement vers la trajectoire centrale; seulement, à gauche, ils obliquent trop dans le sens de la translation. Mais, même dans cette partie de gauche, sur la limite extrême où les effets mécaniques sont affaiblis, des arbres sont tombés isolément au lieu de tomber en masses serrées; alors on ne retrouve plus cette unique anomalie (1) : ils sont dirigés presque perpendiculairement à la trajectoire.

» Si l'on tient à essayer de la même manière l'hypothèse de l'aspiration pour la comparer aux faits, et qu'on fasse affluer l'air vers le centre mobile de la trombe par des trajectoires très-peu courbes, comme celles de MM. Espy et Loomis, on trouvera précisément l'inverse des effets observés, ou, si l'on veut à toute force reproduire ceux-ci, il faudra admettre que la trombe renverse du premier coup les arbres par ses actions les plus faibles, et que là où son énergie est la plus grande, elle ne les renverse qu'après avoir passé tout entière sur eux.

» A la vérité, cette hypothèse laisse arbitraire la forme de ces trajectoires. En les courbant davantage, comme M. Meldrum le fait pour les cyclones, on se rapprochera de plus en plus des faits; on finira même par

(1) Un de nos confrères, M. M. E., me fait remarquer aussitôt que cette obliquité exagérée s'expliquerait, en forêt, si la gyration, sur la gauche, se trouvait momentanément ralentie à l'arrière par le travail continu qu'elle exécute dans cette région.

les reproduire complétement si les spirales centripètes dégénèrent en véritables gyrations. Au contraire, il n'y a rien d'arbitraire dans les éléments que nous venons d'employer. En effet : 1° les deux mouvements de translation et de gyration sont des faits acquis et non des hypothèses; personne ne soutiendrait aujourd'hui que les trombes et les tornados ne tournent pas; M. Hildebrandsson lui-même a positivement reconnu dans son enquête une gyration, et il déclare même qu'elle était linéairement plus rapide que la translation; 2° la vitesse de translation peut être le plus souvent déterminée avec une grande exactitude; 3° la vitesse de rotation n'est pas mesurée, mais les phénomènes permettent parfois de s'en faire quelque idée; 4° il n'y a rien absolument d'indéterminé dans les directions, car la gyration est nettement circulaire, comme le montre bien d'ailleurs la forme cylindrique des trombes et des tornados, et le mouvement de translation rectiligne est inscrit sur le sol en caractères trop visibles. Il s'agit donc cette fois d'une discussion positive et non d'une pure hypothèse; on peut la pousser plus loin encore, si l'on réunit des documents plus précis; par conséquent, l'accord des faits avec une telle théorie, dans des limites raisonnables, est nécessairement probant.

» Je termine en faisant remarquer l'analogie qui existe entre cette étude et celle que les navigateurs doivent faire eux-mêmes sur les typhons ou cyclones : un navire est précisément exposé, du moins dans les cyclones à translation rapide, aux mêmes alternatives que nous venons de décrire pour un arbre attaqué par une trombe. On voit, par exemple, que, si, dans la région dangereuse du cyclone (notre bord de droite sur l'hémisphère nord), le vent est beaucoup plus fort que dans la région maniable (notre bord de gauche), en revanche il faut s'attendre dans celle-ci, ce qu'on n'avait pas encore remarqué, à des variations de vent bien plus grandes et par suite aussi à une mer plus hachée. Ces variations vont en effet, à gauche, en des points pourtant très-éloignés du centre, à 180°. Au fond, la marche que je viens de suivre est la même que celle du Mémoire où j'ai discuté avec M. Meldrum la forme des ouragans de la mer des Indes. C'est que toutes ces questions se touchent de très-près, ou plutôt la question des cyclones et des typhons est identique à celle des trombes et des tornados, et c'est ce qui m'excusera, je l'espère, auprès de l'Académie, de ne vouloir abandonner un sujet si important qu'après avoir tâché d'y faire voir un peu plus clair. »

BOTANIQUE. — *De la théorie carpellaire d'après des Amaryllidées (2e partie : Clivia nobilis)*; par M. A. Trécul.

« La fleur du *Clivia nobilis*, Lindl. (*Imatophyllum Aitoni*, Hook.), a une si grande importance théorique que je crois devoir en faire l'objet d'une Communication particulière. Comme celle de l'*Alstrœmeria*, dont j'ai parlé dans le tome précédent (p. 859), mais en produisant des arguments d'une autre nature, elle met hors de doute que l'ovaire infère ne saurait être considéré comme résultant de l'assemblage de feuilles changées en carpelles, unies à la partie inférieure de feuilles staminales, de feuilles pétalines et de feuilles sépalaires.

» Voici sa constitution :

» Le pédoncule florifère (1), près de son sommet et à quelques millimètres plus bas, possède six faisceaux, trois plus gros disposés suivant un triangle et trois plus petits alternes avec les gros. Vers le haut du renflement qui termine ce pédoncule, les petits faisceaux se bifurquent et chaque branche s'unit au gros faisceau voisin. A la base de l'ovaire infère, les trois gros faisceaux restants se relient les uns aux autres, en donnant lieu, d'une part, aux faisceaux opposés aux loges, d'autre part, aux faisceaux opposés aux cloisons. Vers la même hauteur, il se détache de ces faisceaux périphériques un nombre de fascicules variable, qui vont constituer les faisceaux placentaires. Il peut y avoir deux, trois, quatre, cinq ou six de ces petits faisceaux, qui se portent vers le centre. Ordinairement, ou au moins très-souvent, un, deux ou trois de ces fascicules centraux donnent chacun un rameau, qui se dirige vers l'extérieur et monte dans la paroi externe de l'ovaire, s'interposant à deux des six principaux de cette paroi. Quand il y a plus de

(1) Je dis le pédoncule *florifère* et non *fructifère*, parce que l'espace restreint accordé à nos communications ne me permet pas de décrire ce qui concerne le fruit, qui d'ailleurs n'a pas ici l'importance qu'il présente dans beaucoup d'autres cas. Et puis, la théorie a été établie d'après la fleur, et non d'après le fruit, qui s'en éloigne beaucoup plus par le développement d'éléments anatomiques non apparents dans la fleur. Quand cela est nécessaire, je ne manque pas de faire ressortir la valeur fréquemment considérable des arguments tirés de la constitution du fruit; et, pour que les partisans de la théorie des feuilles modifiées n'arguent pas du peu d'importance de ces caractères, attendu que, suivant eux, ils résultent d'une modification profonde des feuilles, je leur fais observer qu'à aucun âge des pistils ou des fruits que j'ai cités, l'on ne trouve la structure foliaire, et que, dans la fleur même, le pistil montre déjà l'ébauche du fruit et non celle de prétendues feuilles constituantes.

trois de ces petits faisceaux centraux, ils s'unissent de façon qu'un peu plus haut il ne reste que trois ou seulement deux de ces faisceaux subplacentaires. S'il en subsiste trois, ils sont ordinairement opposés chacun à une cloison. Au-dessous de l'insertion des ovules inférieurs, ces faisceaux se divisent, produisent des rameaux qui les relient entre eux, qui donnent insertion aux ovules voisins, et qui sont aussi en relation avec des branches venues des faisceaux périphériques, à travers les cloisons et de différentes directions, comme il sera dit plus loin. Il en résulte là un entrelacement de faisceaux, au-dessus duquel sont placées les glandes septales, qui existent à l'extrémité interne des cloisons, dans toute la partie supérieure de l'ovaire, et qui s'ouvrent sur le fond de la cavité du périanthe.

» Les six gros faisceaux qui, à la base de l'ovaire, se portent à la périphérie, et dont trois s'opposent aux loges et trois aux cloisons, se comportent, ainsi que leurs rameaux, assez diversement. Ils se divisent radialement à des hauteurs variables. Les trois opposés aux loges donnent un faisceau externe, qui se prolonge dans la nervure médiane du sépale placé au-dessus, un deuxième faisceau qui s'étend dans l'étamine opposée à ce sépale, un troisième faisceau plus interne, qui représente la nervure médiane du carpelle correspondant.

» Les trois faisceaux opposés aux cloisons, en se divisant radialement aussi, donnent d'abord un faisceau interne qui monte en opposition avec la cloison, dans laquelle il envoie des rameaux à diverses hauteurs (j'en reparlerai plus loin), ensuite un rameau plus externe qui se termine dans l'étamine opposée au pétale superposé, enfin une branche externe qui va former la nervure médiane de ce pétale.

» Les trois branches ou faisceaux radialement disposés vis-à-vis de chaque loge ont une base commune plus ou moins étendue. Tantôt ces trois faisceaux sont indépendants les uns des autres dès la partie inférieure de l'ovaire; tantôt ils restent unis jusqu'à une certaine hauteur; tantôt le faisceau substaminal est fusionné avec le subsépalaire sur une longueur plus ou moins grande, la nervure médiane carpellaire opposée étant libre sur toute sa longueur; tantôt, au contraire, ce faisceau substaminal, indépendant du faisceau subsépalaire, est uni à sa partie inférieure avec la nervure médiane carpellaire sur une courte étendue; quelquefois cette nervure médiane carpellaire et le substaminal ne sont liés l'un à l'autre qu'en un point, vers la moitié de la hauteur de l'ovaire.

» Ces trois faisceaux, formés par division radiale d'un même faisceau basilaire, peuvent posséder des rameaux latéraux. L'interne, c'est-à-dire

la nervure médiane carpellaire, en porte constamment; le substaminal en donne fréquemment aussi, mais non toujours; l'externe ou subsépalaire en paraît porter beaucoup plus rarement.

» Quelquefois ce dernier est relié au substaminal ou à un rameau de celui-ci par un fascicule oblique. Assez peu souvent ce subsépalaire, qui va former la nervure médiane du sépale placé au-dessus, donne un rameau simple ou bifurqué, qui entre dans un côté de ce sépale. Si ce rameau est bifurqué, il donne les deux nervures latérales de ce côté du sépale; s'il est simple, il fournit seulement la nervure latérale la plus voisine de la nervure médiane; la nervure latérale externe du même côté et les deux nervures latérales de l'autre côté viennent d'ailleurs, ainsi que je vais l'exposer maintenant.

» Les faisceaux substaminaux sont quelquefois privés de rameaux dans toute leur longueur; mais très-souvent ils possèdent une branche latérale, insérée sur eux plus ou moins haut dans la paroi ovarienne, assez fréquemment dans la partie supérieure de celle-ci. Cette branche, se bifurquant, donne deux rameaux qui peuvent monter dans le côté correspondant du sépale superposé. Assez souvent même, cette branche d'un faisceau substaminal se bifurque plusieurs fois : l'un de ses rameaux primaires, en se subdivisant, donne les nervures latérales au côté correspondant du sépale situé au-dessus, tandis que l'autre rameau de la première bifurcation fournit des nervures latérales au côté adjacent du pétale voisin. Ce que je viens de dire des faisceaux substaminaux opposés aux loges, c'est-à-dire oppositisépales, s'applique aussi aux faisceaux substaminaux opposés aux cloisons, par conséquent oppositipétales.

» Les faisceaux latéraux des sépales et des pétales peuvent avoir encore une autre origine : ils peuvent provenir d'un faisceau puissant, inséré soit sur la partie inférieure et interne d'un faisceau opposé à une loge, soit sur la partie inférieure d'un faisceau opposé à une cloison. Ce faisceau monte d'abord obliquement dans la paroi de l'ovaire; il se bifurque souvent vers le haut de celui-ci; une branche fournit les faisceaux d'un côté du sépale placé au-dessus, et l'autre branche les faisceaux du côté correspondant du pétale voisin. Chemin faisant, ce même faisceau, dont les branches supérieures se prolongent dans un sépale ou dans un pétale, ou dans les deux à la fois, peut produire d'autres rameaux secondaires qui, eux, restent dans l'ovaire proprement dit : les uns peuvent relier ce faisceau directement ou indirectement avec un faisceau opposé à une cloison, s'il est parti d'un faisceau opposé à une loge, ou avec un faisceau opposé

à une loge, s'il est parti d'un faisceau opposé à une cloison ; d'autres rameaux peuvent aller se terminer dans la partie supérieure de l'ovaire, au contact des faisceaux qui entourent les glandes septales ou se mêler avec eux.

» J'ai déjà signalé plus haut les rameaux latéraux des nervures médianes carpellaires et ceux du faisceau interne opposé à chaque cloison. Chaque nervure médiane carpellaire en peut donner à des hauteurs diverses ; ils montent obliquement dans la paroi externe ; quelques-uns décrivent une courbe et vont rejoindre un faisceau opposé à la cloison voisine ; d'autres fois ils rejoignent seulement par un rameau secondaire un rameau du faisceau opposé à la cloison, et ensuite ils continuent leur ascension vers le haut du carpelle. Là on les voit souvent se courber et descendre avec des rameaux des faisceaux opposés aux cloisons sur les côtés des glandes septales. Au sommet de l'ovaire chaque nervure médiane carpellaire, se courbant deux fois, entre dans le style, s'y prolonge en opposition avec un angle du canal central, et se termine indivise dans un lobule stigmatique.

» Les trois faisceaux basilaires opposés aux cloisons, ai-je dit, se divisent radialement comme ceux qui sont opposés aux loges. Ils donnent ordinairement ainsi, d'abord, un faisceau interne, puis un faisceau substaminal, souvent vers le tiers ou le quart de la hauteur de l'ovaire; leur branche externe va constituer la nervure médiane du pétale superposé. Le plus interne de ces trois faisceaux se ramifie à diverses hauteurs. Une de ses branches traverse à peu près horizontalement la cloison vers le milieu de celle-ci, et va s'unir aux faisceaux placentaires au-dessous de l'insertion des ovules. D'autres branches, insérées successivement plus près du sommet de l'ovaire, sont d'abord plus ou moins ascendantes ; puis, se courbant, elles se dirigent ensuite obliquement de haut en bas à travers la cloison, s'avançant vers les placentas. Quelques rameaux insérés plus haut sur ce faisceau interne, à la partie supérieure de l'ovaire, descendent le long des glandes septales, comme il a été dit de ceux qui s'insèrent le plus haut sur les nervures médianes carpellaires.

» J'ai déjà fait remarquer que les faisceaux substaminaux oppositipétales, aussi bien que les oppositisépales, portent souvent un rameau qui fournit les faisceaux latéraux du côté correspondant du pétale placé au-dessus, et même aussi assez fréquemment les faisceaux latéraux du côté adjacent du sépale voisin. Il arrive également, et cela mérite l'attention des théoriciens, que ce faisceau substaminal opposé à une cloison, bien isolé du faisceau

subpétalin qui est en arrière, bien isolé aussi du faisceau plus interne, qui monte en opposition avec la cloison, et qui a ses rameaux spéciaux, il arrive, dis-je, que ce faisceau substaminal possède deux ou trois rameaux qui eux-mêmes peuvent être branchus, traversent les cloisons et se dirigent vers les faisceaux placentaires.

» Il résulte de ce qui précède que les cloisons peuvent être parcourues par des rameaux du faisceau longitudinal interne qui leur est opposé, par des rameaux du faisceau substaminal placé en arrière de celui-ci, et par des faisceaux venant obliquement des parois carpellaires de droite et de gauche. J'ai vu quelquefois de ces derniers traverser diagonalement la cloison, c'est-à-dire que, venus du carpelle de gauche par exemple, ils allaient s'unir au faisceau placentaire qui, à l'extrémité de la cloison, donnait insertion aux ovules de la loge de droite.

» *Conclusions.* — 1° N'est-il pas évident que, lorsque les faisceaux d'un côté d'un sépale ou d'un pétale s'insèrent par une base commune sur le prolongement du faisceau staminal placé devant la nervure médiane de ce sépale ou de ce pétale, on ne peut pas dire que l'ovaire infère qui contient ce mode d'insertion soit formé par la partie inférieure de feuilles sépalaires, de feuilles pétalines et de feuilles staminales agrégées?

» 2° N'est-il pas aussi évident que cet ovaire infère n'est pas constitué par de telles feuilles, quand le même faisceau substaminal donne à la fois insertion aux faisceaux d'un côté d'un sépale et aux faisceaux du côté adjacent du pétale voisin ?

» 3° La même conclusion est encore vraie quand, dans la même fleur, les faisceaux d'un côté d'un sépale ou d'un pétale, ou les faisceaux d'un côté d'un sépale et ceux du côté correspondant du pétale voisin ont pour base commune un faisceau qui s'insère sur la partie inférieure d'un faisceau opposé à une loge ou à une cloison. Ce mode d'insertion et les précédents sont ordinairement ou souvent réunis dans la même fleur.

» 4° Prétendre qu'un ovaire infère qui contient ces dispositions anatomiques soit composé par des feuilles, ce serait soutenir, par exemple, pour le cas le plus simple de ces circonstances diverses, qu'un côté d'une feuille sépalaire ou pétaline se fusionne avec le faisceau staminal placé devant, la nervure médiane de ce sépale ou de ce pétale restant libre derrière et les faisceaux de l'autre côté ayant une autre insertion. Ne serait-ce pas là la négation même de la théorie que l'on veut défendre ?

» 5° Pour prouver qu'il n'existe pas, dans cette fleur, de feuilles transformées en carpelles, il suffit de rappeler que très-souvent, au-dessous des

ovules inférieurs, il n'y a que deux faisceaux subplacentaires, au lieu de six qu'exige la théorie. Quand il y en a trois, comme chacun est opposé à une cloison, il faudrait supposer qu'il résulte de la fusion de deux marginaux appartenant à des feuilles différentes soudées par les côtés. Ce serait déjà grave, car il faut remarquer en outre qu'à l'insertion des ovules l'arrangement des faisceaux change. Il y a là un entrelacement transversal de ceux-ci, qui exclut l'idée d'un simple rapprochement des bords de trois feuilles carpellaires. Il ne faut pas oublier que plus haut encore existe une troisième disposition des faisceaux, puisque plusieurs s'étendent le long de chaque côté des glandes septales.

» 6° Si à cela l'on ajoute qu'il entre dans chaque cloison deux et même souvent trois sortes de faisceaux transverses : A, des rameaux du faisceau interne directement opposé à chaque cloison; B, des rameaux du faisceau substaminal placé derrière, lequel en donne fréquemment; C, des faisceaux venant des parois externes des carpelles de droite et de gauche, on sera convaincu que ces trois sortes de rameaux ne peuvent faire partie de simples feuilles repliées sur elles-mêmes et soudées latéralement.

» 7° Enfin, parmi ces faisceaux qui viennent des parois carpellaires externes de droite et de gauche, il en est qui traversent la cloison diagonalement, et qui, venus du carpelle de gauche, je suppose, vont se terminer au faisceau qui donne insertion aux ovules du carpelle de droite; ce qui est tout à fait contraire à la théorie.

» Il y aurait encore quelques autres considérations à faire valoir, mais je suis obligé d'abréger. Ce qui précède suffit pour montrer que l'ovaire infère du *Clivia nobilis* n'est point le résultat d'une agrégation de feuilles modifiées, mais qu'il est une forme de la ramification appropriée à la reproduction sexuelle. »

MINÉRALOGIE. — *Mémoire sur l'existence, les propriétés optiques et cristallographiques, et la composition chimique du* microcline, *nouvelle espèce de feldspath triclinique à base de potasse;* par M. **Des Cloizeaux.**

« En faisant mes recherches optiques sur les diverses espèces du groupe des feldspaths, j'avais plusieurs fois remarqué que des échantillons, généralement considérés comme appartenant à l'orthose, paraissaient offrir certaines anomalies qui ne pouvaient s'expliquer qu'en les rapportant à une forme *triclinique*. Cependant l'angle des deux clivages principaux p et g^1 de la plupart de ces échantillons ne s'éloignait pas plus de 90 degrés que celui

d'un grand nombre de variétés réellement clinorhombiques où les surfaces de clivage sont tant soit peu raboteuses, ce qui est le cas le plus ordinaire.

» Breithaupt avait bien cherché déjà à séparer de l'orthose, sous le nom de *microcline*, le feldspath chatoyant de la syénite zirconienne de Fredrikswern, en Norvége; mais j'ai fait voir, depuis plusieurs années, que ce feldspath est, en réalité, un orthose remarquable seulement par la forte proportion de soude qu'il renferme.

» Le véritable *microcline* (car je propose de conserver ce nom, qui se trouvait sans emploi et qui exprime bien la faible obliquité des clivages p et g^1) est surtout caractérisé par ses principales propriétés optiques biréfringentes. On le rencontre, au milieu des granites, des pegmatites et des gneiss, en masses plus ou moins développées et en cristaux généralement volumineux, dont l'aspect rappelle absolument celui des cristaux d'orthose simples, ou hémitropes à la manière des échantillons de Carlsbad. Les plus complets, qui offrent la combinaison des formes $m t g^2 g^1\, {}^2g p a^1 a^{\frac{1}{2}} b^{\frac{1}{2}}$, appartiennent à la variété verte connue sous le nom d'*amazonite* (pierre des Amazones). Outre les clivages principaux p et g^1, dont le premier est très-notablement plus net que l'autre, il s'en produit généralement un troisième, encore facile et à surfaces éclatantes, suivant la face prismatique de gauche m; quelquefois même on en observe un quatrième, parallèle à la face de droite t; mais ces deux derniers ne peuvent pas constituer un caractère distinctif, puisqu'on les rencontre aussi dans de véritables orthoses. Quelques-unes des incidences, mesurées sur des fragments de clivage, à cause de la difficulté de les obtenir sur de gros cristaux à surfaces plus ou moins ondulées, sont excessivement voisines de leurs correspondantes dans l'orthose. J'ai obtenu en moyenne :

Sur des amazonites :	Sur un microcline blanc d'Everett en Massachusetts :
mg^1 sur $t = 60°58'$	mg^1 adj. $= 119°11'$
pg^1 à droite $= 90°16'$	mt adj. $= 118°31'$
pm antér. $= 111°38'$	pm antér. $= 111°17'$
	pt antér. $= 112°17'$.

» Le plan des axes optiques est légèrement oblique au clivage g^1, qu'il rencontre suivant une ligne faisant un angle de 5 à 6 degrés avec l'arête obtuse $g^1 p$ et s'inclinant d'*avant en arrière*, comme dans l'orthose (l'inclinaison des deux plans est de 82 degrés à 83 degrés). La bissectrice obtuse est *positive* et, au lieu d'être perpendiculaire à g^1, elle fait un angle d'environ 15°26' avec la normale à ce plan.

» En examinant dans l'huile, au microscope polarisant, des lames amincies suivant g^1 et tirées de variétés suffisamment homogènes, on peut, en général, amener dans le champ du microscope l'hyperbole qui correspond à chacun des axes optiques. On trouve alors que l'une des hyperboles traverse des anneaux très-dilatés et qu'elle est située, *en moyenne*, à 36°8′ de la normale à la plaque, tandis que l'autre traverse des anneaux étroits et s'écarte de cette normale d'environ 67 degrés, pour les rayons rouges. La première hyperbole qui, seule, est visible dans l'air, y fait avec la normale un angle de 59 à 60 degrés.

» En opérant sur des plaques d'une belle amazonite verte de Mursinsk, Oural, rendues sensiblement normales au plan des axes optiques et aux bissectrices *aiguë* et *obtuse*, j'ai trouvé :

» Autour de la bissectrice *aiguë* négative; $\rho > \nu$, à 45 degrés du plan de polarisation, les anneaux des deux systèmes ayant le même diamètre et la même forme, et étant traversés par des hyperboles bordées de couleurs symétriques et de même intensité.

1re *plaque, légèrement oblique au plan des axes.*	2e *plaque, un peu oblique au plan des axes.*
H = { 44°30′ d'un côté, 43°24′ de l'autre côté.	H = { 44°26′ d'un côté, 43°42′ de l'autre côté.
$2H_{a.r.} = 87°54'$.	$2H_{a.r.} = 88°8'$.

» Dispersion *horizontale* notable, lorsque le plan des axes est parallèle ou perpendiculaire au plan de polarisation.

» Autour de la bissectrice *obtuse* positive; $\rho < \nu$, à 45 degrés du plan de polarisation, avec anneaux et hyperboles semblables dans les deux systèmes.

1re *plaque, un peu oblique au plan des axes.*	2e *plaque, légèrement oblique au plan des axes.*
H = { 51°50′ d'un côté, 51°40′ de l'autre côté.	H = { 50°48′ d'un côté, 50°43′ de l'autre côté.
$2H_{o.r.} = 103°30'$.	$2H_{o.r.} = 101°31'$.

» Dispersion *tournante* notable, dans le plan de polarisation.

» La chaleur ne paraît avoir aucune influence sur l'écartement des axes.

» La surface des plaques normales à la bissectrice *obtuse* fait approximativement des angles de 98 à 99 degrés avec *p*, 78°36′ avec *m*, 169°19

avec g^1. Sa trace sur p coupe l'arête obtuse pg^1 sous un angle de 15°27′ et l'arête pm sous un angle de 73°51′.

» La surface des plaques perpendiculaires aux précédentes et à la bissectrice *aiguë* fait avec p un angle d'environ 96 degrés.

» Les diverses variétés de microcline n'offrent pas toujours une constitution physique assez homogène pour se prêter à des mesures semblables à celles qui viennent d'être rapportées; c'est alors que le procédé d'examen de lames excessivement minces, parallèles aux clivages p et g^1, acquiert toute son importance. En effet, si l'on soumet une lame basique de microcline, suffisamment amincie, à un microscope grossissant 50 fois par exemple, entre deux Nicols croisés à angle droit, on voit d'abord que la direction suivant laquelle a lieu l'extinction *maximum* fait un angle de 15 à 16 degrés avec l'arête pg^1 (15°27′ en moyenne), au lieu de lui être parallèle, comme dans l'orthose. En même temps, on remarque que la structure de la lame n'est pour ainsi dire jamais homogène et que, *le plus souvent*, elle offre un aspect *quadrillé*. Cet aspect est dû à l'entrecroisement de nombreuses bandelettes plus ou moins étroites, hémitropes ou non hémitropes, les unes parallèles au clivage g^1, les autres traçant sur la base des lignes généralement perpendiculaires à l'arête pg^1 ou faisant avec elle un angle de 92 à 93 degrés. Il est également facile de reconnaître, qu'au milieu des bandelettes à extinction oblique par rapport à l'arête pg^1, il s'en trouve parfois quelques-unes qui éteignent la lumière polarisée parallèlement à cette arête. De plus, la masse quadrillée est très-souvent pénétrée par des inclusions figurant des filons transversaux étroits, à contours irréguliers, dont le plan d'extinction *maximum* fait avec les bandes verticales un angle de 3 à 4 degrés.

» Au lieu de quadrilles rectangulaires ou presque rectangulaires, certaines variétés offrent une masse à structure irrégulièrement *déchirée* ou plus ou moins régulièrement *guillochée*, dans laquelle on distingue facilement, à l'aide de leur extinction, des plages généralement hémitropes de microcline, d'autres plages assez rares d'orthose et des inclusions composées elles-mêmes de deux séries de bandelettes hémitropes de largeurs très-variables. Ces phénomènes annoncent donc un mélange physique d'au moins trois feldspaths, dont deux se présentent en général sous la forme de bandelettes exactement parallèles ou sensiblement perpendiculaires à g^1 et quelquefois sous celle de plages plus ou moins irrégulières, les unes *tricliniques*, constituant le microcline, les autres *clinorhombiques*, appartenant à

l'orthose; le troisième, ayant l'apparence de filons irréguliers, ne peut se rapporter qu'à l'albite (1).

» La proportion relative des trois éléments ordinairement associés est excessivement variable, ainsi que j'ai pu m'en assurer sur les cinquante-six échantillons de diverses provenances que j'ai eu l'occasion d'étudier jusqu'à ce jour. L'orthose paraît généralement assez rare, tandis que l'albite, beaucoup plus répandue, occupe quelquefois près du quart de la surface totale, comme on le voit sur des échantillons, aventurinés par places, de Mineral Hill en Pennsylvanie et sur le microcline rouge des environs d'Arendal.

» C'est principalement sur les cristaux et sur les masses laminaires d'amazonite d'un vert plus ou moins pur, et appartenant *sans exception* au microcline, que les variations dont je viens de parler peuvent être le plus facilement constatées. Des plaques très-minces, parallèles à la base d'échantillons provenant de divers points des monts Ilmen et de l'Oural, de la mine d'Utte en Suède, de la côte du Labrador, du comté Delaware en Pennsylvanie, des mines d'or de Pike's Peak, État de Colorado, de Sungangarsoak au Groënland, m'ont offert tantôt l'apparence d'une toile métallique à tissu plus ou moins fin et régulier, tantôt celle d'un tissu plissé, composé de longues bandelettes horizontales très-prédominantes que recoupent de petites bandelettes verticales, courtes et étroites, tantôt enfin, mais très-rarement, celle d'une masse presque homogène de microcline mouchetée par de petites taches d'albite ou d'orthose.

» Les mêmes phénomènes se rencontrent dans la *chesterlite* blanche de Pennsylvanie; dans un microcline blanc d'Everett, Massachusetts; dans divers feldspaths rouges, roses, blancs ou grisâtres des environs d'Arendal en Norwége, d'Australie (?), de Kangerdluarsuk au Groënland; de Dinard près Saint-Malo, en Bretagne; de la vallée de Lesponne, Hautes-Pyrénées; de Born en Wermland; dans le feldspath d'un vert clair, pénétré de lamelles hexagones rouges d'oligiste, de Mineral Hill en Pennsylvanie, et dans celui de l'île Cedlovatoi, près d'Arkangel; dans des masses laminaires grisâtres de Sillböle en Finlande, et dans des cristaux imparfaits, faiblement transparents, de Helgeran, près Langesunfjord en Norwége.

---

(1) Dans toutes les variétés d'albite que j'ai examinées, l'extinction *maximum* a lieu, à travers des plaques très-minces parallèles à la base, ou taillées normalement à g^1, suivant une direction qui coupe l'arête pg^1 sous un angle de 3 à 4 degrés.

» Le microcline le plus pur connu jusqu'ici, celui qui n'offre aucune trace d'albite ou d'orthose, a été rencontré en masses laminaires d'un blanc verdâtre, transparentes au centre, un peu opaques à la surface, renfermant des cristaux d'ægirine de diverses grosseurs, et provenant de Magnet Cove, Arkansas. Il se compose de plages hémitropes s'enchevêtrant les unes dans les autres et offrant une structure assez régulièrement *guillochée*, par suite de laquelle des plaques parallèles à g^1 ne montrent dans l'huile, au microscope polarisant, que des anneaux brisés et des hyperboles déformées.

» La présence des bandelettes hémitropes de microcline se révèle très-rarement sur les surface du clivage basique par des sillons très-fins analogues à ceux qu'on remarque en général sur tous les feldspaths tricliniques; mais celle de l'albite est souvent indiquée par des espèces de coins étroits et effilés offrant un miroitement particulier, dans une direction transversale qui fait avec g^1 un angle assez constant de 92 à 95 degrés. Ce miroitement est dû à des stries fines qui sillonnent ordinairement la base de l'albite, parallèlement à son arête pg^1, laquelle se confond, sauf dans quelques cas exceptionnels, avec celle du microcline; le clivage g^1 de celui-ci se trouve, en général, exactement sur le même plan que celui des inclusions d'albite.

» Il arrive parfois qu'à travers des lames très-minces parallèles à p les filons d'albite n'offrent pas de bandelettes hémitropes; leur distinction d'avec l'orthose peut alors présenter beaucoup d'incertitude; mais cette incertitude est immédiatement levée par l'examen de lames minces parallèles à g^1, à travers lesquelles l'intersection du plan d'extinction *maximum* fait, avec l'arête g^1p, un angle de 5 à 7 degrés pour le microcline, de 4 à 6 degrés pour l'orthose ordinaire (12 à 13 degrés, par exception, pour la variété chatoyante de Fredrikswern), et de 16 à 20 degrés pour toutes les variétés d'albite.

» Au point de vue chimique, le microcline constitue un nouveau feldspath *triclinique*, essentiellement potassique, dimorphe de l'orthose, dans lequel la proportion de soude paraît toujours en rapport avec celle des inclusions d'albite visibles au microscope. Ce fait résulte de 10 analyses nouvelles parmi lesquelles je me contenterai de choisir les trois suivantes, faites par M. Pisani, *a*, sur le microcline pur de Magnet Cove; *b*, sur une amazonite de Mursinsk, à inclusions rares d'albite; *c*, sur une variété d'un vert clair, irrégulièrement aventuriné par des lamelles

hexagones d'oligiste, à larges bandes d'albite, de Mineral Hill en Pennsylvanie.

	a.	b.	c.
Silice	64,30	65,55	64,90
Alumine	19,70	20,30	20,92
Oxyde ferrique	0,74	»	0,28
Potasse	15,60	13,90	10,95
Soude	0,48	1,66	3,95
Perte au feu	0,35	»	0,20
	101,17	101,41	101,20
Densité	2,54	2,576	2,57

» La couleur verte des amazonites n'est pas due à de l'oxyde de cuivre, comme on l'avait cru jusqu'ici; car toutes se décolorent par une simple calcination. »

ASTRONOMIE. — *Observations faites à l'Observatoire de Toulouse avec le grand télescope Foucault.* Note de M. F. **Tisserand.**

« Je suis heureux d'annoncer à l'Académie que le grand télescope Foucault, de $0^m,80$ d'ouverture, est en fonction à l'Observatoire de Toulouse depuis le 1er février dernier; je suis très-satisfait des qualités optiques du miroir : je vais donner ici un résumé succinct des observations que nous avons pu faire jusqu'ici avec ce bel instrument. Nous l'avons employé à l'étude de la grande nébuleuse d'Orion, à l'observation des satellites d'Uranus et à celle des passages des satellites de Jupiter sur le disque de la planète, ou de leurs occultations par ce disque.

» *Nébuleuse d'Orion.* — Pour étudier cette nébuleuse, j'ai fait construire une grande carte contenant les 155 étoiles dont M. O. Struve a fait connaître les positions, dans les *Mémoires de l'Académie de Saint-Pétersbourg*, 7e série, t. V. Nous avons étudié de préférence les étoiles que M. Struve a indiquées comme variables, ce qui est un des faits les plus intéressants dans l'histoire de cette nébuleuse; nous avons commencé à dessiner les contours de la nébuleuse, et enfin nous avons marqué un certain nombre d'étoiles qui n'existent pas dans le Catalogue de M. Struve. Ce travail, commencé le 17 février, continué jusqu'à la fin de mars, sera poursuivi quand on pourra observer de nouveau la nébuleuse à une hauteur suffisante. Les chiffres et lettres qui suivent sont ceux du Catalogue de M. Struve.

» L'étoile II a été vue le 17 et le 21 février, à l'extrême limite de la visi-

bilité; les jours suivants, même quand le ciel était le plus beau, on n'a pas pu l'apercevoir; nous étions vraisemblablement à peu de distance du minimum de cette étoile qui, d'après M. Struve, est de 12e grandeur dans son plus grand éclat. L'étoile 78 n'a pu être aperçue; d'après le même astronome, elle diminue de la 12e-13e grandeur jusqu'à l'invisibilité; l'étoile 75 était, le 14 mars, de 14e-15e grandeur; à son maximum, elle est de 12e. L'étoile V, indiquée par M. Struve comme étant de 13e-14e grandeur, doit être variable; on l'a vue extrêmement faible le 24 février; dans la suite, elle était tout à fait invisible; il convient peut-être de remarquer que cette étoile est l'une des cinq que le Catalogue de M. Struve contient en plus de celui de Herschel; si l'étoile est réellement variable, comme nous le pensons, elle pouvait être à son minimum lors des observations de Herschel, et passer inaperçue.

» Nous avons marqué 32 étoiles qui ne figurent pas dans le Catalogue de M. Struve; sur ces 32, 15 se trouvent dans le Catalogue de Bond (*Annales of the astronomical Observatory of Harvard College*, vol. V); les 17 autres, qui n'existent dans aucun des deux Catalogues précédents, sont généralement très-faibles; il y a toutefois une exception pour deux d'entre elles, dont voici les coordonnées estimées:

$$\Delta\alpha = +180'', \quad \Delta\delta = -180'',$$
$$\Delta\alpha = -110'', \quad \Delta\delta = -480''.$$

» Ces coordonnées sont les différences d'ascension droite et de déclinaison entre les deux étoiles et θ^1 Orion; la première de ces étoiles était très-belle, 13e grandeur, le 17 février; le 14 et le 26 mars, elle était devenue extrêmement faible; elle est très-probablement variable. Quant à la seconde, elle est très-belle, 13e grandeur, presque aussi belle que l'étoile voisine 55 de M. Struve.

» Je dois reconnaître que je n'ai pas pu retrouver toutes les étoiles de Bond, surtout dans les environs du Trapèze.

» J'ai été assisté dans ce travail par M. Perrotin.

» *Satellites d'Uranus.* — Notre télescope nous les montre très-bien, surtout Titania et Obéron; Ariel et Umbriel ne sont visibles que quand ils ne sont pas trop voisins de la planète. A la fin du mois de février, j'ai pu faire trois mesures de l'angle de position d'Obéron et une de Titania. Voici les mesures P des angles de position observés; *t* désigne le temps moyen de Toulouse et O-C le résultat de la comparaison des observations avec les

Tables publiées l'an dernier par M. Newcomb :

1876.	t.		P.	O — C.
Février 21........	12ʰ.40ᵐ,0	Obéron	183°.38	+ 3°.2′
24........	11.13,5	Titania	135. 7	— 1.32
24........	11.34,9	Obéron	85.36	— 1.36
28........	11.16,7	Obéron	357.00	— 0.33

» *Passage des satellites de Jupiter sur le disque; occultations par le disque.* — A la fin du Chapitre XV du Livre VIII de la *Mécanique céleste*, Laplace recommande ce genre d'observations, beaucoup trop négligé, dit-il, par les astronomes. J'ai commencé ces observations avec notre grand télescope; celles que j'ai pu faire jusqu'ici sont rapportées dans le tableau suivant.

1876.	SATELLITE.	GROSSISSEMENT	PHÉNOMÈNE.	CONTACT.	T.	P.
Février 12.	I.	170	P. I.	1er contact. 2e »	17ʰ.34ᵐ.29ˢ,4 17.39.38,6	
Février 23.	II.	170	P. E.	2e contact.	16. 9.35,3	
Février 28.	I.	336	P. I.	1er contact. 2e »	15.51.58,0 15.56.15,3	
Février 29.	I.	335	O. E.	2e contact.	15.27.33,6	
Mars 7.	I.	170	O. E.	1er contact. 2e »	17.15. 4,7 17.18.51,1	
Mars 8.	I.	170	P. E.	1er contact. 2e »	14.20.16,0 14.23.40,5	
Mars 14.	III.	335	O. I.	1er contact. 2e »	16.36.37,4 16.54.37,5	16ʰ.37ᵐ.55ˢ,6 16.55.52,8
Avril 7.	I.	335	P. I.	1er contact. 2e »	13.50.18,5 13.55.16,7	13.50, 5,7 13.55.18,7
Avril 7.	I.	355	P. E.	1er contact. 2e »	15.58.19,9 16. 3.34,0	15.58.13,5 16. 3.17,5
Avril 8.	I.	335	O. E.	1er contact. 2e »	13.22.28,1 13.25 47,6	13.22.30,8 13.26. 5,3

» La première colonne contient la date; la seconde, le satellite observé; la

troisième, le grossissement employé; la quatrième, le phénomène; la lettre P indique un passage, O une occultation, I une immersion, E une émersion; dans la cinquième colonne, se trouve l'indication du contact. On a observé les deux contacts quand l'état du ciel l'a permis. Dans la colonne suivante, figure le temps moyen de l'observation faite par moi avec le télescope; la dernière contient le temps moyen des observations correspondantes, faites par M. Perrotin, avec notre équatorial de 4 pouces, et un grossissement de 240 diamètres.

» Les premiers contacts dans les émersions, et les deuxièmes dans les immersions (passages ou occultations) sont très-faciles à observer, surtout à cause de la différence de teinte du satellite et de Jupiter. On peut les observer très-probablement à deux ou trois secondes près pour le premier satellite : c'est ce que montre le tableau précédent, quand on compare les observations correspondantes, faites le 7 et le 8 avril par M. Perrotin et par moi. Les autres contacts présentent plus de difficultés. »

M. **Dumas** fait hommage à l'Académie de ses « Études sur le Phylloxera et sur les sulfocarbonates ».

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE. — *Recherches sur le balancier compensateur de M. Winnerl.* Note de M. **Caspari**, présentée par M. Yvon Villarceau. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Villarceau, Phillips, Resal, Bréguet.)

« Pour réaliser, dans les chronomètres de précision, l'égalité de marches à toutes les températures, on adapte à ces appareils des balanciers compensateurs dont le moment d'inertie devrait être calculé de telle sorte qu'il restât dans un rapport constant avec le moment de l'action du spiral réglant. Le balancier, formé de deux lames bimétalliques circulaires, réalise souvent cette égalité d'une façon imparfaite : il a, de plus, l'inconvénient de se déformer sous l'influence de la rotation et de produire ainsi une perturbation dans l'isochronisme du spiral. On peut approcher davantage de la compensation parfaite, mais en sacrifiant l'isochronisme rigoureux, ou par le moyen de dispositions additionnelles fort compliquées. Le balancier

expérimenté par M. Winnerl permet d'obtenir plus facilement la compensation, par des moyens fort simples et sans sacrifier l'isochronisme le plus rigoureux.

» Je montre que, dans ce balancier, la variation du moment d'inertie sous l'influence des variations de température se compose de deux termes principaux, l'un proportionnel à la température, et l'autre à son carré : je donne les formules pour calculer les valeurs numériques du moment d'inertie et de ses variations sous l'influence de la température, en me basant sur la théorie des lames bimétalliques telle qu'elle a été exposée par M. Yvon Villarceau dans ses *Recherches sur le mouvement et la compensation des chronomètres* (*Annales de l'Observatoire de Paris,* t. VII). Je rappelle que c'est la variation de l'élasticité sous l'influence de la température qui est la cause principale des changements de marche dans les montres.

» J'indique comment la théorie permet de trouver la forme la plus convenable à donner aux masses compensatrices pour obtenir, avec un balancier d'un poids donné, le maximum d'efficacité : la forme la plus convenable, dans le cas du balancier Winnerl, est la forme conique.

» Les valeurs trouvées du moment d'inertie et de ses variations servent à calculer les déplacements qu'on doit donner aux masses pour réaliser l'égalité des marches : après avoir rappelé que l'égalité de marche obtenue pour trois températures s'étend sensiblement à toutes les températures intermédiaires, je divise le problème de la compensation en deux parties :

» 1° Obtenir l'égalité de marche diurne pour les deux températures extrêmes, zéro et 30 degrés, par exemple. On observe les marches du chronomètre à ces deux températures extrêmes; puis on répète les mêmes observations, après avoir donné aux masses compensatrices un déplacement connu. On calcule, à l'aide des formules, le déplacement qui rendrait ces marches égales et l'on effectue ce déplacement.

» 2° Les marches à zéro et 30 degrés étant égales, produire l'égalité de marche à une température intermédiaire donnée. Je donne les formules pour trouver à la fois l'inclinaison à donner aux vis qui portent les masses, et le déplacement des masses sur ces vis, pour conserver la compensation aux extrêmes, tout en la réalisant pour les températures moyennes.

» Un chronomètre a été expérimenté, dans ces conditions, au Dépôt de la Marine. Nous donnons ci-dessous ses marches diurnes, en regard des

températures auxquelles il a été soumis (ces marches sont des avances) :

					Températures.	Marches.
					°	s
1875.	Septembre	28	à Octobre	1.....	0	1,03
»	Octobre	1	»	4.....	18	0,83
»	»	4	»	8.....	18,5	1,05
»	»	8	»	12.....	17	1,28
»	»	12	»	15.....	30	1,50
»	»	15	»	18.....	30	1,30
»	»	18	»	23.....	16,5	0,74

» L'état d'isochronisme du spiral était : retard des petits arcs $= 0^s,5$. Outre l'avantage d'un réglage facile aux températures, ce balancier présente la précieuse propriété d'être très-peu déformable par les flexions dues au mouvement de rotation. En calculant l'influence de ce mouvement sur la durée de l'oscillation, voici les résultats que l'on obtient :

» L'épaisseur des lames bimétalliques est de $0^{mm},75$, dont 0,32 d'acier et 0,43 de laiton : ce sont les proportions qui correspondent au maximum d'efficacité, comme l'a montré M. Yvon Villarceau.

» J'ai calculé la courbure qui en résulte pour les lames bimétalliques, en prenant pour coefficients d'élasticité de l'acier et du laiton $20,5 \times 10^9$ et 11×10^9; et, en appliquant les formules qui donnent la perturbation de la durée des oscillations, je trouve qu'aux amplitudes successives de $\frac{3\pi}{2}$ et $\frac{\pi}{2}$, les petits arcs correspondant à ce dernier nombre donnent, sur les autres, une avance diurne de $2^s,5$. Dans les mêmes circonstances, le balancier circulaire, d'après les recherches de M. Phillips, donnerait $11^s,2$, c'est-à-dire plus du quadruple. Si l'on ajoute à ces $2^s,5$ la perturbation due à l'inertie du spiral et qui est de 1^s, on trouve un total de $3^s,5$. Dans la pratique, les amplitudes ne varient pas de plus de $\frac{\pi}{4}$ en trois ans et les $3^s,5$ se réduisent alors à $0^s,87$: cet état d'isochronisme est très-suffisant. Ce balancier se prêtera donc très-bien à l'emploi des spiraux théoriques inventés par M. Phillips. »

PHYSIQUE. — *Conclusions des mesures actinométriques faites au sommet du mont Blanc.* Mémoire de M. **J. Violle**. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Commission du prix Bordin.)

« Des expériences directes nous ont appris que la vitesse de refroidissement, dans le vide, de l'un ou l'autre des deux thermomètres employés à la

cime du mont Blanc et aux Bossons, est égale à $0,22\theta$, lorsque l'excès θ est peu considérable. Les excès observés dans le vide auraient donc été, l'enceinte maintenue à zéro :

$$\text{A la cime.........} \quad \Theta_1 = \frac{6,552}{0,22} = 29°,78$$

$$\text{Aux Bossons......} \quad \Theta_2 = \frac{5,540}{0,22} = 25°,18$$

» Dans une précédente Communication, j'ai indiqué une autre méthode pour déterminer la température qu'accuserait, dans le vide, un thermomètre soumis à l'influence de la radiation solaire. Cette méthode consiste à opérer avec un autre thermomètre, de dimensions différentes, et à comparer les températures accusées au même instant par les deux instruments (1). Nous pouvons appliquer ici ce mode de calcul à la détermination de Θ_2 : les observations de M. Margottet, au glacier des Bossons, nous fournissent toutes les données nécessaires; nous y trouvons en effet qu'à $3^h 51^m$ le thermomètre Baudin 5422 indiquerait $12°,75$ (valeur déduite par interpolation), tandis que le thermomètre Baudin 5423 marque $10°,8$. Or ces deux thermomètres ont pour rayons respectifs de leurs réservoirs $4^{mm},4$ et 3 millimètres. On peut donc, dans l'hypothèse admise sur la perte par l'air, prendre pour valeur de l'échauffement, dans le vide, l'une ou l'autre des deux expressions égales

$$12,75 + \frac{m}{4,4}\, 12,75^{1,233} = 10,8 + \frac{m}{3}\, 10,8^{1,233},$$

expression dont l'égalité même détermine la valeur de m. Cette valeur étant ainsi fixée, on trouve immédiatement

$$\Theta_2 = 25°,06.$$

» Malgré l'accord que nous avons toujours ainsi rencontré entre les deux méthodes, il y a, dans le principe même de la méthode des deux thermomètres, une difficulté théorique que nous ne nous sommes jamais dissimulée et qui la constitue inférieure au procédé basé sur la détermination de $V + U$.

---

(1) Je profite de l'occasion pour rétablir une phrase à ce sujet, omise dans ma Note du 29 juin 1874 (*Comptes rendus*, t. LXXVIII) : p. 1818, ligne 4, *après ces mots* l'excès observé, *ajoutez* avec deux boules isolées parfaitement sphériques, les températures dans l'air seraient donc encore égales; mais l'expérience montre que la perte par l'air, pour nos thermomètres, est presque exactement en raison inverse de R^2. On aurait donc dans le vide...

» Revenons donc à ce procédé et calculons les excès dans le vide pour les différentes altitudes déjà considérées, l'enceinte étant toujours supposée à zéro :

	Altitudes.	Θ	q
Limite de l'atmosphère........	»	31°,63	2°,540
Cime du mont Blanc........	4810m	29,78	2,392
Grands-Mulets............	3050	28,18	2,262
Glacier des Bossons........	1200	25,18	2,022
Cote de Paris..............	60	21,73	1,745

» J'ai mis à côté les valeurs de q déjà trouvées, parce que la grandeur de q est la véritable *mesure absolue du rayonnement solaire* en un point considéré. Les nombres inscrits dans la colonne des Θ sont évidemment proportionnels à ces valeurs de q; et le coefficient de proportionnalité, indépendant des instruments employés, est, d'après les nombres précédents, égal à 13 environ. Je dois ajouter toutefois que la valeur exacte de ce coefficient est probablement un peu plus élevée, toutes les causes d'erreur tendant à faire trouver pour Θ des nombres trop faibles. L'influence du rayonnement de la partie du ciel voisine du Soleil était négligeable à l'heure des observations : elle se traduisait à peine par 0°,1 dans l'échauffement du thermomètre. Si donc on admet l'exactitude de la loi de Dulong et Petit à toute température, on appliquera facilement, aux résultats qui précèdent, les formules connues, et l'on trouvera, pour la température effective du Soleil, 1500 degrés environ, ce qui nous ramène toujours, pour la température moyenne probable de la surface, à un nombre compris entre 2000 et 3000 degrés. »

BALISTIQUE. — *Nouvelles recherches sur les effets de la poudre dans les armes.* Mémoire de M. E. SARRAU, présenté par M. Resal. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Morin, Berthelot, Resal.)

« 1. Dans un Mémoire précédemment présenté à l'Académie, j'ai essayé d'établir, en les basant sur la Thermodynamique, des formules donnant la vitesse initiale du projectile en fonction explicite des éléments variables du tir. Les résultats obtenus s'accordent avec les faits; mais, par suite d'hypothèses restrictives, ils ne constituent qu'une approximation à laquelle il n'est pas permis de s'arrêter quand on veut étudier dans toutes leurs circonstances les lois du mouvement du projectile et, notamment, celle suivant laquelle varie la pression intérieure.

» 2. J'ai, en effet, négligé, pour établir l'équation du mouvement, les mouvements propres des produits de la combustion et la variation de la vitesse de combustion de la poudre sous la pression variable de la détente. De plus, l'analyse adoptée pour intégrer cette équation par approximation, n'étant pas applicable aux premiers instants du mouvement, ne permet pas d'établir la loi des pressions au moment où se produit le maximum des effets destructeurs de l'arme.

» 3. Dans ce nouveau travail, je tiens compte des circonstances précédemment négligées, et je trouve que l'équation du mouvement est, dans tous les cas, celle que M. Resal a obtenue dans ses *Recherches sur le mouvement des projectiles*.

» La relation suivant laquelle la vitesse de combustion de la poudre dépend de la pression extérieure n'est pas connue. En supposant, par approximation, qu'elle est proportionnelle à une puissance positive de la pression, j'obtiens l'équation du problème en tenant compte de toutes ses conditions.

» L'intégration s'effectue complétement, par séries, à l'aide de certaines fonctions définies par un système d'équations différentielles. Ces fonctions sont purement numériques et complétement indépendantes des éléments du tir. Elles constituent des transcendantes spéciales dont on forme des tables suivant un mode de calcul exposé dans ce Mémoire.

» 4. J'obtiens ainsi de nouvelles formules représentant les vitesses et les pressions, et j'en déduis les lois suivant lesquelles ces quantités dépendent non-seulement des conditions du chargement, mais encore de la nature de la poudre et de la forme des grains qui constituent la charge.

» Un des résultats de cette théorie est le calcul de la pression maximum produite dans une bouche à feu, à l'aide des données suivantes dont la détermination n'exige que des expériences de laboratoire :

» 1° La chaleur de combustion de la poudre;

» 2° Le volume des gaz permanents qu'elle produit;

» 3° La vitesse de combustion à l'air libre.

» Le chiffre auquel on arrive ainsi s'accorde exactement avec celui qui résulte de déterminations directes, faites avec des manomètres à écrasement. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur l'ozone de l'air atmosphérique.* Note de M. **Marié-Davy**, présentée par M. P. Thenard.

(Commissaires : MM. Fremy, Ed. Becquerel, P. Thenard, Berthelot.)

« La nature de l'ozone et son existence même ont été très-controversées parmi les chimistes. Si la question ne nous semble plus discutable après les travaux de MM. Thenard, il n'en est pas de même de l'existence régulière de cet agent dans l'air atmosphérique. Quelque opinion qu'on professe à cet égard, la valeur des indications des papiers ozonoscopiques n'en est pas moins très-réelle au point de vue de la Météorologie et de la prévision du temps. Les observations simultanées faites dans les écoles normales primaires de France ont, en effet, montré que, toutes les fois que le centre d'un mouvement tournant passe dans le nord du lieu d'observation, les papiers se colorent plus ou moins fortement, et qu'ils restent à peu près inaltérés quand le centre passe dans le sud, quelle que soit d'ailleurs la force du vent. Quand une bourrasque vient du large, les boussoles commencent à s'agiter plusieurs jours avant l'arrivée de la tourmente. Les papiers ozonoscopiques parlent un peu plus tard; mais leurs indications ont, en France du moins, presque la valeur de celles du baromètre. On comprend dès lors que, malgré l'imperfection des procédés d'observation, les constatations ozonoscopiques soient faites dans presque tous les observatoires.

» Les papiers iodo-amidonnés présentent cependant de grands défauts : leurs indications dépendent, non-seulement de la richesse de l'air en ozone ou en quelque autre produit équivalent par son effet, mais aussi de la vitesse de l'air; en sorte que les comparaisons sont très-incertaines. D'un autre côté, l'air et la lumière les décolorent, et leur échelle est arbitraire.

» Le papier Houzeau n'obéit qu'à l'action de l'ozone; mais il a, d'autre part, tous les défauts du papier Schœnbein et il est moins sensible.

» L'importance que nous attachons à l'ozone, comme donnée météorologique, nous a fait rechercher, depuis longtemps, un procédé de dosage qui soit approprié aux exigences des observatoires. L'ozone, s'il existe dans l'air, s'y trouve en très-petite quantité; il fallait donc d'abord employer, pour le recueillir, un réactif assez sensible pour que l'air, en traversant rapidement un faible volume, s'y dépouillât complétement de son ozone; il fallait ensuite, pour doser cet ozone, un réactif qui en décelât les plus faibles traces.

» Nous avons commencé par faire passer l'air dans un tube contenant du coton imprégné d'une solution d'iodure de potassium, additionnée d'empois d'amidon. L'action est rapide et nette; mais l'iodure d'amidon manque de stabilité; l'amidon lui-même s'altère au contact des produits pyrogénés de l'air, en sorte que la coloration prend un ton rouge, qui nuit à la précision du dosage. Nous avons alors songé à l'acide arsénieux, employé par MM. Thenard; mais MM. Thenard disent, dans leur Mémoire, qu'il faut agiter pendant plusieurs minutes l'air ozonisé, en présence de la solution chlorhydrique d'arsenic, pour que l'absorption soit complète; ce mode opératoire devenait impraticable pour nous. Nous avons essayé, sans grand succès, de substituer l'arsénite de potasse neutre, pur ou additionné de carbonate d'ammoniaque, à la liqueur arsénique acide. C'est alors que nous avons songé à associer la rapidité d'action de l'iodure de potassium à la stabilité de l'action arsénicale, en mêlant, dans nos barboteurs, l'iodure pur à l'arsénite de potasse également neutre et pur. L'absorption de l'ozone est alors assez rapide, pour qu'en faisant passer de 200 à 250 litres d'air par heure, dans deux barboteurs contenant chacun 20 centimètres cubes du liquide actif, le second barboteur n'accuse presque rien après dix ou douze heures de barbotage continu. La presque totalité de la substance active de l'air a été retenue par le premier. Nous conservons cependant le second, comme témoin. Des essais préalables nous ont d'ailleurs montré que l'azotite d'ammoniaque est sans action sur l'iodure, en sorte que l'azotite de l'air, s'il est retenu, n'est pas dosé. Resterait donc le chlore, s'il en existe à l'état de liberté dans l'air. Nous avons soumis nos essais à M. Paul Thenard, qui a bien voulu donner immédiatement des ordres pour que la vérification en fût faite dans son laboratoire. Nous pouvons donc espérer que les imperfections que pourrait présenter le procédé seront écartées, et que les météorologistes seront dotés d'un procédé pratique de dosage du principe oxydant de l'air atmosphérique.

» Voici comment nous opérons. L'air est mis en mouvement par une trompe; nos barboteurs sont formés de tubes de platine, dont la partie renflée et percée de trous fins plonge au fond d'une sorte de flûte à champagne, profonde de 12 centimètres. Chacun d'eux reçoit 20 centimètres cubes d'une solution $\frac{N}{2000}$ d'arsénite de potasse neutre, et 2 centimètres cubes d'une solution de 3 grammes d'iodure de potassium dans 100 grammes d'eau. Soir et matin, les appareils sont enlevés pour le dosage, puis remis en place après renouvellement des liqueurs. La liqueur arsénicale a été titrée à l'avance, et, comme elle s'affaiblit graduellement,

son titre est déterminé chaque jour par M. Albert Lévy, chargé du laboratoire de Chimie à Montsouris. 1 centimètre cube de la liqueur, en supposant son titre exact sans correction, correspondrait à $\frac{8}{1000}$ de milligramme d'oxygène, et dans le dosage on peut compter sur près de $\frac{1}{10}$ de centimètre cube, c'est-à-dire environ sur $\frac{1}{1000}$ de milligramme.

» Après le passage de l'air, le tube de platine est enlevé de chaque barboteur et égoutté sans lavage, pour ne pas augmenter le volume du liquide et, par suite, la correction de teinte. On verse dans chaque verre 10 gouttes de carbonate d'ammoniaque en dissolution, pour empêcher l'action de l'air sur l'acide iodhydrique qui se formera, et 2 centimètres cubes d'un empois d'amidon à 1 pour 100; puis on porte sous la burette d'iode $\frac{N}{1000}$. On verse l'iode jusqu'à l'apparition de la teinte sensible; on remet le tube de platine en place pour le laver ainsi que le verre avec la liqueur arsénicale oxydée : quelques gouttes d'iode font reparaître la teinte sensible.

» La correction due à cette teinte variant avec le volume de la liqueur et avec l'état de l'empois, on la détermine chaque fois en opérant sur un égal volume d'eau distillée, ayant reçu la même quantité d'iodure, de carbonate et d'empois. La différence entre le volume d'iode employé et celui qu'exige l'arsénite non altéré par le passage de l'air donne la proportion d'arsénite oxydé et, par suite, le poids d'oxygène absorbé.

» C'est par cette méthode que M. Albert Lévy, aidé de M. Allaire, a obtenu les nombres contenus dans la colonne d'ozone du tableau résumé des observations météorologiques, faites à Montsouris en mars dernier. Ces nombres sont les moyennes du jour et de la nuit. En groupant ensemble, d'une part les dosages de nuit, et de l'autre les dosages de jour, on trouve que, du 15 au 31 mars, la moyenne des premiers, $0^{mg},76$, est notablement plus faible que la moyenne des seconds, $1^{mg},13$ par 100 mètres cubes d'air atmosphérique. Le volume d'air sur lequel on opère, à chaque fois, varie de 2 à 3 mètres cubes. »

PALÉONTOLOGIE. — *Les Éléphants du mont Dol. Essai d'organogénie du système des dents mâchelières du Mammouth* (troisième Communication) (1); par M. SIRODOT.

(Renvoi à l'examen de M. P. Gervais.)

« *Quatrième phase.* — La surface d'usure atteint la base de la dernière racine. L'examen comparé des pièces en parfait état de conservation met

(1) Voir les *Comptes rendus*, séances des 27 mars et 10 avril.

en évidence un fait anatomique intéressant; il fait la preuve que, alors même que la surface de trituration est descendue au-dessous du niveau du collet dans la partie antérieure de la dernière racine, l'ossification des *molaires de la mâchoire inférieure* n'est pas encore définitivement complétée. L'état d'ossification à ce degré d'usure, la manière dont s'est opéré le remplissage de la vaste cavité qui, dans la phase précédente, occupait la base de la dernière racine, les aspects variés qui en résultent pour la surface de trituration méritent d'être signalés.

» L'inégalité dans le progrès de l'ossification, aux molaires correspondantes des deux mâchoires, paraît résulter d'une très-grande différence dans le volume de la dernière racine, beaucoup plus grosse à la molaire inférieure. Chez celle-ci seulement, l'extrémité libre est encore creusée, dans son axe, d'un canal à section elliptique plus ou moins aplatie, et comme, à un état plus avancé, ce canal aura disparu, il faut en conclure qu'il était encore occupé par les derniers vestiges du bulbe dentaire.

» Le fait du prolongement des lobes intercollinaires, pour contribuer au remplissage de la cavité dont la base des racines est primitivement creusée, est d'autant plus accusé que la racine est plus volumineuse; c'est donc dans la dernière racine des molaires inférieures qu'il en faut chercher la vérification : sur une troisième molaire, les extrémités des lobes se trouvent à plus de 3 centimètres au-dessous du collet de la racine. Le bord libre de ces lobes offre, le plus souvent, une échancrure médiane qui les divise en deux parties latérales, plus ou moins profondément séparées.

» Les aspects variés que présente la surface de trituration résultent précisément de ces dispositions : en avant, un espace semi-elliptique d'ivoire pur; plus loin, des îlots d'émail circonscrivant le cément; en arrière, les collines à l'état normal indiquent que la section passe au-dessous des lobes intercollinaires, coupe ces lobes, ou, enfin, se trouve encore au-dessus du collet. Lorsqu'aux molaires supérieures l'obliquité de la surface de trituration sur les faces latérales est prononcée, les figures de l'émail deviennent caractéristiques : du côté de la face externe se trouvent des îlots d'émail, et, de l'autre, une ligne d'émail continue à la limite du cément et repliée en zigzag.

» La dent, réduite à sa dernière racine, touche au terme de sa durée. Sa chute, hâtée par un travail de résorption qui s'étend sur toute la partie engagée dans le maxillaire, se fait au moment où l'usure dépasse le niveau du lobe intercollinaire moyen.

» La face postérieure de tous les chicots présente une facette concave,

polie, produite par le frottement contre la face antérieure de la molaire suivante. Cette circonstance sera prise en considération, pour fixer le mode de remplacement des molaires dites *de lait*.

» *Résumé*. — Les quatre phases que je me suis appliqué à décrire, aussi exactement que possible, peuvent être considérées comme les origines de quatre périodes, entre lesquelles se partage la durée de la dent. Ces périodes comprennent : la première, le développement jusqu'à l'apparition des premières traces d'usure au sommet antérieur de la couronne, premier point où l'ossification est déterminée; la seconde, l'usure de la région antérieure de la dent, pendant que se poursuit l'ossification de la région postérieure et la solidification des premières racines; la troisième, la chute des premières racines, pendant que les dernières se complètent; la quatrième, le complément de la solidification de la dernière racine des molaires inférieures, l'usure de la base de cette dernière racine, quelle que soit la position de la dent et le travail de résorption qui hâte le moment de la chute.

» Il en résulte : 1° que le travail d'ossification s'étend progressivement, d'avant en arrière, suivant une ligne diagonale joignant le sommet antérieur à l'extrémité de la dernière racine; 2° que la durée de l'ossification est sensiblement égale à celle de la dent; 3° que, pendant toute la durée de l'ossification, les trois éléments histologiques qui y concourent restent en activité; 4° que la dent commence à s'user aussitôt que la face antérieure est constituée par l'ossification complète du groupe des trois premières collines; 5° que l'usure et l'ossification s'accomplissent parallèlement pendant la seconde et la troisième phase; 6° que l'état le plus complet de l'ensemble des racines coïncide avec la troisième phase.

» *Anomalies des dents mâchelières du Mammouth*. — Le parallélisme des collines se présente comme un fait si général, que les déviations du type ne peuvent être considérées que comme des anomalies; j'en signalerai quatre principales.

» La plus faible, mais aussi la plus fréquente, réside dans des ondulations irrégulières des collines. Lorsqu'on a remarqué que ces ondulations sont d'autant plus accentuées que la dimension transversale des collines est plus grande, qu'elles apparaissent le plus ordinairement au sommet antérieur des molaires supérieures, il semble qu'il faut les considérer comme des déformations dues à une pression exercée sur les faces latérales, pendant la poussée d'éruption. Ces déformations sont la conséquence du degré encore peu avancé de l'ossification de ces collines. Aux molaires inférieures,

le repli en forme de crochet qui se voit assez souvent sur le bord interne de l'un des lobes de la troisième colline est un phénomène du même ordre.

» Une irrégularité plus rarement observée résulte de l'existence, à l'état d'isolement, de demi-collines, c'est-à-dire de collines qui, affleurant sur l'une des faces latérales, ne sont pas représentées sur l'autre, parce qu'elles s'arrêtent vers le milieu de la couronne. Comme le compte du nombre des collines n'est généralement possible que sur les faces latérales, il devient indispensable de compter sur les deux faces pour éviter toute erreur.

» Ces demi-collines se présentent parfois en série continue, très-régulièrement disposées sur les deux moitiés latérales, les demi-collines externes alternant avec les internes et séparées sur la ligne médiane par une bande ondulée de cément. La disposition anormale du bulbe dentaire correspondant à cette structure est exactement celle qui serait réalisée en supposant que le bulbe normal soit coupé par un plan médian, antéro-postérieur, vertical, et que l'une des moitiés ait avancé ou reculé sur l'autre de l'épaisseur d'une colline. Cette anomalie remarquable n'apparaît ordinairement que sur une fraction plus ou moins considérable de la couronne.

» Enfin, une quatrième anomalie non moins frappante se fait remarquer sur une quatrième molaire inférieure, encore implantée dans le fragment correspondant de la mâchoire; sur la ligne médiane antéro-postérieure de la surface de trituration, se trouve une bande continue d'ivoire, avec une longueur égale à l'espace occupé par quatre collines; à cette bande médiane se rattachent trois demi-collines d'un côté et quatre de l'autre; de plus, ces demi-collines alternent. Cet agencement est le résultat d'une double irrégularité du bulbe dentaire: les prolongements lamellaires de ce bulbe se sont déplacés parallèlement sur l'une de leurs moitiés, et, de plus, se sont soudés dans toute leur hauteur sur la ligne médiane. »

PALÆOETHNOLOGIE. — *Note sur la découverte d'une station humaine, de l'époque de la pierre polie, près de Belfort;* par M. CH. GRAD.

(Renvoi à l'examen de M. de Quatrefages.)

« L'exploitation des carrières du mont de Cravanches, à 3 kilomètres de Belfort, vient d'amener la découverte d'une station humaine de l'époque de la pierre polie. Une faille, formée au contact des calcaires jurassiques de l'étage bathonien avec le terrain de transition du Salbert, à 400 mètres d'altitude, offre une série de grottes spacieuses. Depuis nombre d'années, une de ces grottes a été convertie en caves à bière. Les autres, mises au jour il

y a quelques semaines seulement, renferment de nombreux squelettes humains, en partie incrustés dans une formation de stalagmites et accompagnés de poteries grossières, avec des instruments en pierre et en os. Aucune observation d'un intérêt particulier n'a été faite dans la grotte convertie en cave à bière. Celles qui renferment les débris humains présentent une succession de trois salles principales, communiquant ensemble par d'étroits couloirs. Elles sont très-accidentées, jonchées de blocs éboulés, remplies de stalactites et de stalagmites de l'effet le plus pittoresque. Sur certains points, stalactites et stalagmites se rejoignent de manière à former des colonnes. Sur d'autres points les dépôts calcaires dessinent des tentures et des draperies, qui continuent à s'allonger encore sous l'effet de l'infiltration des eaux incrustantes. L'ouverture primitive de ces cavernes n'a pas encore été reconnue. On y pénètre par un trou de mine ouvert par suite de l'exploitation des carrières servant pour la construction des fortifications du Salbert. La première salle mesure 30 mètres de longueur, sur une largeur de 10 à 12 mètres, et 8 à 10 de hauteur. Les autres salles présentent des dimensions semblables; mais tout l'ensemble est des plus accidentés. Certains couloirs sont si étroits, qu'un homme a de la peine à s'y glisser en rampant. Quelques-uns descendent verticalement à des profondeurs inconnues.

» Dans les derniers temps de leur occupation par l'homme, les grottes de Cravanches ont dû servir de lieu de sépulture. J'y ai vu plusieurs squelettes étendus l'un à côté de l'autre et en partie incrustés dans le dépôt de calcaire en voie de formation. M. Félix Voulot, chargé des fouilles par la municipalité de Belfort, en a déjà retiré une douzaine de crânes bien conservés. Ces crânes se rattachent au type mésocéphale et proviennent d'une belle race, au front élevé, à l'angle facial très-développé, à grande capacité cervicale. Les mâchoires sont presque toutes orthogonales et les arcades sourcillières ne présentent point de saillie prononcée. D'autres ossements empâtés dans une terre grasse, plastique, se trouvent en état de conservation moins satisfaisant. Outre les squelettes humains, les fouilles ont donné une mâchoire de chevreuil, une tête de cerf de grande taille, un squelette de loup encore complet, et qui paraît plus récent que les ossements humains de la caverne. Il serait à désirer que les squelettes incrustés, encore en place dans la seconde chambre, fussent photographiés avant l'extraction.

» Parmi les objets de l'industrie humaine et les instruments trouvés jusqu'à présent, je citerai notamment trois vases entiers en terre cuite, à anses mamelonnées, des couteaux en silex dont plusieurs retaillés, deux

anneaux plats en serpentine, des pointes de flèches en silex, des poinçons et des lames de poignards en os, des instruments en corne de cerf, pareils à nos couteaux à papier, et dont on trouve les analogues dans les constructions lacustres de la Suisse, enfin un collier de grains en os très-blancs et très-durs, avec d'autres provenant de serpules, d'apiocrinites fossiles ou d'une ardoise dont les couches existent en place entre Giromagny et Plancher-les-Mines, sur le versant méridional des Vosges. Les anneaux trouvés dans la première chambre, à gauche de l'entrée, sont trop petits pour avoir servi de bracelets et ressemblent davantage à nos racloirs de tanneurs. Quant aux vases, ils ont 8 à 10 litres de capacité et ne sont pas tous de même forme. L'un de ceux provenant de la première salle est cylindrique et à fond presque plat. L'autre est plus renflé et à fond arrondi. Tous ont été faits à la main et non tournés, munis de trois anses mamelonnées, avec trous horizontaux pour être suspendus, comme les poteries des dolmens du Morbihan. Il y a aussi dans les deux chambres les plus rapprochées de l'entrée actuelle des traces de foyers. Sans aucun doute, les fouilles que M. Voulot doit continuer à Cravanches, dès que seront terminées ses recherches du mont Vandois, aux environs de Montbéliard, amèneront des découvertes plus intéressantes encore. »

M. L. Saltel adresse une série de Notes relatives à la détermination des lieux géométriques.

(Renvoi à la Section de Géométrie.)

M. Collongues adresse, par l'entremise de M. du Moncel, un Mémoire concernant « le bruit de bourdonnement perçu au bout des doigts et dans le creux des mains ».

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

MM. Jung, A. Wacquez adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

La Société de Géographie informe l'Académie qu'elle tiendra sa première Assemblée générale de 1876 le mercredi 19 avril.

La **Société d'Horticulture de Florence** adresse à l'Académie l'expression de ses sentiments de regrets à l'occasion de la mort de M. *Ad. Brongniart.*

M. **Borchardt**, élu Correspondant pour la Section de Géométrie, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une brochure de M. *Volpicelli*, portant pour titre « Construction, propriété et applications d'un inducteur électrostatique constant ».

ASTRONOMIE. — *Éléments de la nouvelle planète* Una. Note de M. **Peters**, présentée par M. Le Verrier.

« J'ai l'honneur de communiquer les éléments de la nouvelle planète, calculés d'après les observations des 24 février, 4 et 15 mars, et dont l'accord a été vérifié par une position du 19 mars, la dernière que le mauvais temps m'ait permis d'obtenir.

Époque : 1876, janvier 0,0, temps moyen de Berlin.

$$\begin{aligned} M_0 &= 313^\circ.54'.59'',8 \\ \varpi &= 191.16.\ 8,8 \\ \Omega &= 12.\ 2.50,4 \\ i &= 3.32.\ 0,4 \\ \varphi &= 3.39.\ 4,48 \\ \mu &= 776'',279 \\ \log a &= 0,4399924 \end{aligned}$$

(ϖ, Ω, i : Équinoxe moyen de 1876,0.)

» La planète a reçu le nom d'*Una*. Quant à la numérotation des douze dernières planètes, il y restera quelque indécision jusqu'à ce que l'on ait mis hors de doute la non-identité de la planète (149) avec la planète (77). La publication des observations de Toulouse du mois de septembre dernier, sous forme définitive, serait fort désirable. »

ASTRONOMIE. — *Éléments et éphéméride de la planète* (148) Gallia. Note de M. **J. Bossert**, présentée par M. Le Verrier.

« Cette planète a été découverte par MM. Henry, à l'Observatoire de Paris, le 7 août 1875. La détermination des éléments repose sur la série d'observations faites du 7 août au 23 décembre 1875.

(1875 Octobre 8,0, temps moyen de Greenwich.)

$$
\begin{aligned}
M &= 324^\circ 17' 42'',2 \\
\Omega &= 145.\ 8.51,0 \\
\pi &= 35.57.17,6 \\
i &= 25.21.24,3 \\
\varphi &= 10.38.31,6 \\
\mu &= 769'',73 \\
\log a &= 0,44245
\end{aligned}
$$

(Ω, π, i : équinoxe moyen 1875,0.)

» Les différences entre les positions déduites des éléments et les positions normales formées à l'aide des observations sont :

	$\cos \mathbb{D} (\mathcal{R}_o - \mathcal{R}_c)$.	$\mathbb{D}_o - \mathbb{D}_c$.	Nombre d'observations.
1875 Août 7	$-0'',8$	$+0'',5$	2
Août 13	$+0,1$	$+2,1$	6
Août 29	$+1,0$	$+2,9$	7
Septembre 12	$+2,2$	$+3,6$	9
Octobre 8	$-1,5$	$-7,0$	2
Décembre 23	0,0	$+0,1$	1

» A l'aide des éléments ci-dessus, nous avons calculé une éphéméride pour la prochaine opposition de la planète.

Temps moyen de Greenwich.	$\mathcal{R}$.	$\mathbb{D}$.	$\log \Delta$.
1877 Janvier 1,5	8h31m14s	+0°39',8	0,2358
2,5	8.30.32	+0.47,6	
3,5	8.29.48	+0.55,7	
4,5	8.29. 3	+1. 4,1	
5,5	8.28.17	+1.12,7	0,2315
6,5	8.27.30	+1.21,5	
7,5	8.26.42	+1.30,6	
8,5	8.25.54	+1.40,0	
9,5	8.25. 4	+1.49,6	0,2282
10,5	8.24.14	+1.59,4	
11,5	8.23.24	+2. 9,4	
12,5	8.22.32	+2.19,7	
13,5	8.21.40	+2.30,2	0,2260
14,5	8.20.48	+2.40,9	
15,5	8.19.55	+2.51,8	
16,5	8.19. 2	+3. 2,9	
17,5	8.18. 8	+3.14,1	0,2249
18,5	8.17.15	+3.25,6	
19,5	8.16.21	+3.37,2	
20,5	8.15.27	+3.49,0	

Temps moyen de Greenwich.	Æ.	D.	log Δ.
	h m s	° ′	
1877 Janvier 21,5.....	8.14.33	+ 4. 1,0	0,2251
22,5.....	8.13.40	+ 4.13,1	
23,5.....	8.12.46	+ 4.25,3	
24,5.....	8.11.52	+ 4.37,7	
25,5.....	8.10.59	+ 4.50,1	0,2265
26,5.....	8.10. 6	+ 5. 2,7	
27,5.....	8. 9.13	+ 5.15,4	
28,5.....	8. 8.21	+ 5.28,2	
29,5.....	8. 7.30	+ 5.41,0	0,2292
30,5.....	8. 6.40	+ 5.53,9	
31,5.....	8. 5.49	+ 6. 6,9	
Février 1,5.....	8. 5. 0	+ 6.19,9	
2,5.....	8. 4.11	+ 6.33,0	0,2330
3,5.....	8. 3.23	+ 6.46,0	
4,5.....	8. 2.35	+ 6.59,2	
5,5.....	8. 1.49	+ 7.12,4	
6,5.....	8. 1. 4	+ 7.25,5	0,2379
7,5.....	8. 0.20	+ 7.38,6	
8,5.....	7.59.36	+ 7.51,8	
9,5.....	7.58.54	+ 8. 4,9	
10,5.....	7.58.13	+ 8.17,9	0,2440
11,5.....	7.57.33	+ 8.31,0	
12,5.....	7.56.55	+ 8.44,0	
13,5.....	7.56.18	+ 8.56,9	
14,5.....	7.55.42	+ 9. 9,8	0,2510
15,5.....	7.55. 7	+ 9.22,6	
16,5.....	7.54.34	+ 9.35,3	
17,5.....	7.54. 2	+ 9.48,0	
18,5.....	7.53.32	+10. 0,6	0,2589

» Au moment de l'opposition, vers le 20 janvier, la planète sera de la grandeur 10,8. »

ANALYSE. — *Généralisation du théorème de Lamé sur l'impossibilité de l'équation* $x^7 + y^7 + z^7 = 0$; par M. A. GENOCCHI.

« J'ai affirmé dans les *Comptes rendus* (*) qu'il est impossible de satisfaire à l'équation $x^7 + y^7 + z^7 = 0$ en prenant pour x, y, z les racines d'une équation du troisième degré à coefficients rationnels, et que cela ré-

(*) Séance du 9 février 1874, t. LXXVIII, p. 435.

sulte de l'impossibilité de résoudre en nombres entiers l'équation

$$x^4 + 6x^2y^2 - \tfrac{1}{7}y^4 = z^2.$$

» Voici les preuves de cette assertion :

» Soient x, y, z les racines de l'équation $v^3 - pv^2 + qv - r = 0$, et soient p, q, r des nombres rationnels; en faisant $l = pq - r$, on obtient

$$(v - p)(v^2 + q) + l = 0,$$

et l sera aussi rationnel. Les formules de Newton donneront

$$x^7 + y^7 + z^7 = p^7 - 7l(p^4 - p^2q + q^2) + 7pl^2,$$

et par suite l'équation $x^7 + y^7 + z^7 = 0$ devient

$$p^7 + 7l(p^4 - p^2q + q^2) + 7pl^2 = 0.$$

» Maintenant si l'on suppose $l = 0$, il vient $p = 0$, et l'intégration en v a une racine nulle; si l'on suppose $p = 0$ et l différent de zéro, il vient $q = 0$ et $v^3 = -l$. Ainsi l'un des nombres x, y, z serait nul, ou bien ces nombres seraient proportionnels aux racines cubiques de l'unité. En faisant abstraction de ces cas particuliers, p ne sera pas nul, et l'on pourra remplacer q par p^2q, l par p^3l, ce qui donnera

$$7l^2 - 7l(1 - q + q^2) = -1,$$

d'où

$$2l = 1 - q + q^2 \pm \sqrt{(1 - q + q^2)^2 - \frac{4}{7}}.$$

» On n'aura pas $1 - q + q^2 = 2\sqrt{\frac{1}{7}}$, puisque q est rationnel; donc la quantité $(1 - q + q^2)^2 - \frac{4}{7}$ sera un carré, et, en posant $q - \frac{1}{2} = \frac{s}{t}$, fraction irréductible, nous aurons à rendre un carré la quantité

$$\left(\frac{s^2 + 3t^2}{4t^2}\right)^2 - \frac{4}{7} = \frac{1}{16t^4}\left(s^4 + 6s^2t^2 - \frac{1}{7}t^4\right),$$

ou, en multipliant par $7^2.16t^4$, la quantité $7^2(s^4 + 6s^2t^2) - 7t^4$, qui est un nombre entier divisible par 7; donc, ce carré entier étant représenté par $(7u)^2$, nous aurons à résoudre en nombres entiers l'équation

$$s^4 + 6s^2t^2 - \tfrac{1}{7}t^4 = u^2.$$

» Il reste à discuter cette équation, dans laquelle s et t sont premiers entre eux : t sera divisible par 7, et u sera premier avec s et t.

» 1° Soient s et t impairs tous les deux ; nous avons

$$\left(\frac{s^2+3t^2}{4}\right)^2-\frac{4}{7}t^4=\left(\frac{u}{4}\right)^2;$$

u sera pair, mais $\frac{u}{4}$ sera impair, et il s'ensuivra

$$\frac{s^2+3t^2+u}{4}=2s'^4,\quad \frac{s^2+3t^2-u}{4}=2.7^3t'^4,$$

en décomposant $\frac{t}{7}$ en deux facteurs s' et t' premiers entre eux, puisque les premiers membres ne peuvent avoir de diviseur commun que 2. En ajoutant on a

$$\frac{s^2+3t^2}{4}=s'^4+7^3t'^4,$$

égalité absurde, puisque le premier membre est impair et le second divisible par 8, s' et t' étant impairs.

» 2° Si l'un des nombres s et t est pair et l'autre impair, u sera impair, et l'équation $(s^3+3t^2)^2-u^2=\frac{64}{7}t^4$ se décomposera dans les suivantes :

$$s^2+3t^2+u=2ms'^4,\quad s^2+3t^2-u=2m't'^4,$$

où $mm'=16.7^3$, $t=7s't'$. Les premiers membres de celles-ci n'auront de diviseur commun que 2, et ainsi les nombres m et m', s' et t' seront premiers entre eux. Il s'ensuit

$$s^2+3t^2=ms'^4+m't'^4;$$

si t est impair, s^2+3t^2 sera de la forme $4n+3$, et il faudra prendre $m=7^3$, $m'=16$; si t est pair, s^2+3t^2 sera de la forme $4n+1$ et il faudra prendre $m=1$, $m'=16.7^3$. En supposant d'abord t impair, nous avons

$$s^2=7^3s'^4+16t'^4-3.7^2s'^2t'^2,$$

d'où

$$64s^2=(32t'^2-3.7^2s'^2)^2+7^3s'^4;$$

s étant premier avec $t=7s't'$, les nombres impairs

$$8s+32t'^2-3.7^2s'^2,\quad 8s-32t'^2+3.7^2s'^2$$

seront premiers entre eux, et par suite, si l'on fait $s'=s''t''$, l'un de ces nombres sera égal à s''^4 et l'autre à $7^3t''^4$. Donc, en soustrayant,

$$64t'^2-6.7^2s'^2=\pm(s''^4-7^3t''^4);$$

ici s'' et t'' sont impairs comme s' et premiers entre eux. Cette équation

pourra être mise sous l'une ou l'autre des formes

$$64t'^2 = (s''^2 + 3.7^2 t''^2)^2 - 7^3.64t''^4,$$
$$64t'^2 = 7(7t''^2 + 3s''^2)^2 - 64s''^4,$$

qui sont impossibles, parce que les nombres $s''^2 + 3.7^2 t''^2$, $7t''^2 + 3s''^2$ ne sont pas multiples de 8.

» 3° En dernier lieu nous supposons t pair, s impair. On a, dans ce cas,

$$s^2 = s'^4 + 16.7^3 t'^4 - 3.7^2 s'^2 t'^2,$$

et s' sera impair comme s : conséquemment t' sera pair. Cela donne

$$4s^2 = (2s'^2 - 3.7^2 t'^2)^2 + 7^3 t'^4 \quad \text{ou} \quad s^2 = (s'^2 - 6.7^2 t'^2)^2 + 4.7^3 t'^4,$$

en remplaçant t' par $2t'$; les nombres $s + s'^2 - 6.7t'^2$, $s - s'^2 + 6.7^2 t'^2$ auront 2 pour leur plus grand commun diviseur, et en faisant $t' = s''t''$, s'' et t'' premiers entre eux, l'un de ces nombres sera égal à $2.s''^4$ et l'autre à $2.7^3 t''^4$, en sorte qu'il viendra

$$s'^2 - 6.7^2 t'^2 = \pm (s''^4 - 7^3 t''^4).$$

Le premier membre étant impair, l'un des nombres s'' et t'' sera pair et l'autre impair; t' sera donc pair, et le premier membre sera de la forme $8n + 1$; mais $7^3 t''^4 - s''^4$ serait de la forme $8n - 1$; il faut donc écarter le signe inférieur; ainsi

$$s'^2 = s''^4 + 6.7^2 s''^2 t''^2 - 7^3 t''^4,$$

équation semblable à la primitive, mais formée avec des nombres plus petits s'' et $7t''$, puisqu'on a fait $t = 7s't' = 7s'2s''t''$. Ce résultat suffit, comme on sait, pour conclure que l'équation dont il s'agit est impossible en nombres entiers. »

GÉOMÉTRIE. — *Note sur les foyers d'une courbe plane;* par MM. **E. Gibert** et **B. Niewenglowski.**

« Si une droite située dans un plan passe par l'un des points cycliques de ce plan, elle a pour coefficient angulaire $\pm\sqrt{-1}$, en supposant les axes de coordonnées rectangulaires. La direction perpendiculaire à la première a pour coefficient angulaire $-\frac{1}{\pm\sqrt{-1}} = \pm\sqrt{-1}$ et, par suite, lui est parallèle. Il n'en est plus de même si la droite donnée passe à la fois

par les deux points cycliques, car elle se confond alors avec *la droite de l'infini*, dont la direction est indéterminée.

» Cela posé, soient S une courbe plane et Σ sa développée. Si la tangente en un point M de la courbe S passe par l'un des points cycliques, elle est parallèle à la normale en M, à la courbe S, et, par suite, se confond avec elle, c'est-à-dire qu'elle est aussi tangente à la développée Σ. Réciproquement, si une tangente à la développée rencontre la courbe S en un point M et passe par l'un des points cycliques, elle se confond avec la tangente en M à la courbe S. Donc les deux courbes admettent les mêmes tangentes menées par les points cycliques; autrement dit, elles ont les mêmes foyers situés à distance finie.

» Supposons que la courbe S n'ait pas de foyers à l'infini; alors tous ses foyers seront des foyers de sa développée. Celle-ci admettra encore des foyers à l'infini. Si, par exemple, la courbe donnée est algébrique, de la classe μ et d'ordre m, on peut lui mener μ normales parallèles à une direction donnée et situées à distance finie, et en outre m normales rejetées tout entières à l'infini. Par suite, la développée Σ est de la classe $\mu + m$; une courbe de la classe $\mu + m$ a en général $(\mu + m)^2$ foyers. Pour la courbe Σ, parmi ces foyers, μ^2 sont à distance finie et appartiennent aussi à la courbe S; les deux points cycliques sont deux foyers d'ordre de multiplicité $m\mu$; et enfin les m^2 autres foyers proviennent de l'intersection des deux faisceaux de m normales à la courbe S, passant par les deux points cycliques et rejetées à l'infini; mais ces m^2 foyers sont à l'infini et indéterminés.

» Enfin, si la courbe S était tangente à la droite de l'infini, un certain nombre de foyers communs à S et à Σ passeraient à l'infini.

» Il résulte de ce qui précède qu'une courbe plane, ses développées et ses développantes successives ont en commun tous leurs foyers situés à distance finie. »

PHYSIQUE. — *Recherches sur l'élasticité de l'air sous de faibles pressions.* Note de M. **E.-H. Amagat**, présentée par M. Berthelot.

« Le gaz à étudier est renfermé dans deux boules en verre épais, jaugeant chacune un peu plus de 100 centimètres cubes, réunies par un tube de petit diamètre; la boule inférieure est terminée par un long tube, qui plonge dans une cuvette profonde pleine de mercure et mobile verticalement.

» La boule supérieure est mise en communication, par un robinet à trois voies, d'une part avec une machine pneumatique, et d'autre part par un tube très-fin, avec un baromètre différentiel. On raréfie l'air dans l'appareil : le mercure monte dans la boule inférieure, qu'il remplit, et en même temps dans la branche du baromètre différentiel qui communique avec les boules. Il est facile de déterminer alors le volume occupé par le gaz, en ramenant, au moyen d'une disposition spéciale, les ménisques sur des traits de jaugeage convenablement placés, et l'on mesure la pression au baromètre différentiel. Si l'on abaisse maintenant la cuvette, le mercure évacue la boule inférieure, le volume double, on règle de nouveau les ménisques sur les repères, et l'on prend de nouveau la pression.

» Les éléments nécessaires pour déterminer la valeur du rapport $\frac{pv}{p'v'}$ sont alors connus.

» Les boules, qui sont fixes, sont placées dans un manchon rempli d'eau et muni d'un agitateur et d'un thermomètre très-sensible. Les variations de température ont été en général de $\frac{1}{30}$ de degré à peu près, entre les deux phases de l'expérience; on a, dans les calculs, croisé les expériences, de manière à rendre cette cause d'erreur tout à fait négligeable.

» Les branches du baromètre différentiel avaient un diamètre intérieur compris entre 15 et 16 millimètres; la correction définitive relative à la capillarité n'a pas dépassé en général $\frac{1}{50}$ de millimètre. La chambre du baromètre a été à grand'peine assez bien purgée pour que, soumise à l'épreuve ordinaire, elle n'ait point fait varier le niveau du mercure d'une façon appréciable, même en la réduisant à $\frac{1}{10}$.

» L'erreur la plus à craindre était celle qu'on pouvait commettre dans la mesure des pressions : je l'ai réduite autant que possible en prenant, pour déterminer chacune d'elles, la moyenne d'un assez grand nombre de lectures croisées.

» La discussion des erreurs possibles montre qu'on ne peut répondre de quelques unités sur le chiffre des millièmes; du reste, la concordance des résultats montre encore mieux sur quelle approximation on peut compter.

» Voici les résultats de sept séries d'expériences faites dans de bonnes conditions, à l'exception de la seconde, pendant laquelle le temps a été assez orageux pour rendre les mesures beaucoup plus difficiles et beaucoup moins concordantes que les autres. La température a toujours été comprise entre 10 et 12 degrés.

	Nombre d'expériences de la série.	Pression initiale moyenne en millimètres.	Valeur moyenne de $\frac{pv}{p'v'}$.
1re série	5	6,541	1,0018
2e »	5	6,546	1,0035
3e »	8	10,499	1,0000
4e »	6	10,516	0,9998
5e »	6	10,552	1,0022
6e »	4	6,538	1,0011
7e »	7	6,563	1,0018

» J'arrive donc à ce résultat, que, sous ces faibles pressions, l'air suit encore la loi de Mariotte, ou tout au moins que l'écart est plus petit que les erreurs dont on ne peut répondre.

» On considère généralement comme une cause d'erreur très-grave la condensation possible du gaz sur les parois.

» Plusieurs observateurs ont déjà remarqué que, dans des circonstances analogues à celles dans lesquelles je me suis placé, après avoir fait le vide et fermé l'appareil, la pression augmentait sensiblement pendant assez longtemps, phénomène qui paraît dû à ce que l'air condensé sur les parois sous la pression ordinaire, s'en échappe ensuite petit à petit sous une pression moindre.

» J'ai également observé cet effet, que j'avais tout d'abord attribué à une fente de l'appareil, jusqu'à ce que je me sois aperçu qu'après un temps suffisant la pression devenait parfaitement stationnaire; mais, une fois cet état atteint, je n'ai plus remarqué de pareilles variations, en passant, dans chaque expérience, de la première phase à la seconde. J'ai donc tout lieu de croire qu'il n'y a pas là une cause d'erreur aussi considérable qu'on pourrait le penser.

» Je me propose, du reste, d'étudier spécialement cette question et de répéter les expériences que je publie aujourd'hui, à des températures assez élevées pour que ces condensations soient annulées ou rendues insensibles.

» MM. Mendeleeff et Kirpitschoff sont arrivés dernièrement à des résultats très-différents de ceux que je viens d'exposer; d'après ces physiciens, sous de faibles pressions, l'air s'écarterait très-sensiblement de la loi de Mariotte et dans le même sens que l'hydrogène. Je n'ai pu me rendre compte, jusqu'à présent, de la cause qui a pu produire ces divergences; je ferai cependant remarquer que les résultats de MM. Mendeleeff et Kirpitschoff sont de nature à faire penser qu'en élevant la température de l'hydrogène ce gaz de-

vrait devenir de moins en moins compressible, tandis que j'ai montré, il y a quelques années, que c'est le contraire qui a lieu.

» Qu'il me soit permis de remercier ici M. Perret, qui m'a secondé dans ce travail avec autant d'empressement que de sagacité. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur les terminaisons nerveuses dans l'appareil électrique de la Torpille.* Note de M. **Ch. Rouget.**

« Dans la séance du 20 décembre dernier, M. Cl. Bernard a présenté une Note de M. Ranvier, d'après laquelle « le réseau nerveux terminal » décrit et figuré par Kölliker, par M. Schultze et par F. Boll, n'existe pas; » la terminaison des nerfs se fait dans la portion nerveuse de la lame élec» trique par une série de branches à l'extrémité desquelles il existe des » boutons, comme Remak l'a indiqué autrefois; un granulé fin et régulier » décrit par Remak et par Boll couvre les branches et les boutons. »

» M. Ranvier aurait pu ajouter mon nom à celui des observateurs qui ont confirmé l'existence du réseau terminal découvert par Kölliker. Après Max Schultze (1862), mais avant Boll (1873), en 1866, j'ai publié sur ce sujet, dans les *Bulletins de l'Académie de Médecine,* une Note de laquelle il résulte que j'ai observé sur des lamelles de l'organe électrique de la Torpille, prises sur l'animal vivant, un réseau terminal semblable à une très-fine dentelle et formé par les ramifications des cylindraxes des fibres pâles. J'avais même pu, dès cette époque, grâce au Concours de mon collègue le professeur Moitessier, fixer par la photographie l'image de ce réseau. Plus tard, dans le courant du printemps de 1872, je réussis à obtenir des préparations de ce réseau et du mode de terminaison des nerfs des organes électriques de la Torpille, nettes, démonstratives et faciles à conserver, en traitant des fragments de l'organe pris sur l'animal vivant par des solutions concentrées (à 7 pour 100), et même sursaturées d'azotate d'argent. Si je ne publiai pas à cette époque ces résultats, c'est que je considérais alors l'existence du réseau nerveux des disques électriques comme un fait acquis à la Science, suffisamment contrôlé et confirmé pour être mis hors de contestation.

» Aujourd'hui que les assertions de M. Ranvier remettent tout en question, je crois utile de faire connaître les procédés d'observation à l'aide desquels il est possible de mettre fin à toute controverse sur ce sujet. Il n'est pas inutile de faire remarquer que Remak n'a pas tiré de ses observations les conclusions que lui attribue M. Ranvier; on pourra en juger par

les passages suivants, relatifs aux apparences que présentent les terminaisons des nerfs de l'organe électrique de la Torpille.

« On voit de petites figures rondes ou anguleuses; si l'on suit leurs contours délicats, on voit que ce sont des rameaux des fibres nerveuses, qui s'entre-croisent de la même manière que les grosses fibres, et donnent lieu à la même apparence d'anastomes en forme de réseau... les espaces entre les fines fibrilles apparaissent par places, comme des vésicules rondes, transparentes. Comment se terminent les extrémités ténues des fibrilles?... A mesure que les petits anneaux anguleux correspondant aux espaces entre les ramifications terminales apparaissent plus nettement, l'aspect de granulations que l'on croyait voir auparavant disparaît;... l'apparence de granulations proviendrait des inflexions en forme de genou des fibrilles terminales, qui forment comme une palissade de fins bâtonnets traversant l'épaisseur de la lamelle jusqu'à la membrane transparente. Il est vrai, une illusion est facile, car les fibrilles parallèles à la surface peuvent présenter le même aspect. J'avoue qu'ici je ne puis plus me fier à mes microscopes. »

» Je crois que l'on peut inférer légitimement, de ce qui précède, que Remak a *vu* ou plutôt *entrevu* le réseau terminal, qu'il en a mal interprété les apparences, par suite d'illusions, qu'il déclare lui-même possibles. Il ne parle des granulations que comme étant aussi de fausses apparences. Quant à une terminaison par des branches à l'extrémité desquelles il existe des boutons, voici textuellement ce qu'il dit :

« D'un autre côté, j'ai vu se terminer plusieurs fois les plus fines fibrilles par des renflements, en forme de *pilon*, et des *extrémités tronquées*, semblables à celles des fibres radiaires de Müller, qui forment la membrane limitante de la rétine. »

» Non-seulement il s'agit d'une disposition qui n'est pas constante, mais la comparaison même à laquelle Remak a recours, pour compléter sa pensée, montre qu'il n'entend pas parler d'une terminaison par des extrémités libres.

» Les procédés d'imprégnation par l'azotate d'argent, que j'ai indiqués plus haut, suivis de l'exposition à la lumière diffuse des préparations plongées dans la glycérine, permettent d'isoler des lamelles uniquement constituées par le réseau nerveux terminal. On voit les vides des mailles de ce réseau, colorés en noir par le précipité d'argent, tandis que les filaments nerveux qui forment ces mailles arrondies ou polygonales restent incolores et se détachent en relief, grâce à leur réfringence. Çà et là, le réseau est constellé de figures claires, étoilées, à branches multiples et ramifiées, qui ne sont autre chose que les extrémités des fibres pâles qui plongent dans le réseau et font partie de la lamelle nerveuse terminale. A ce niveau, les fibres nerveuses se dépouillent de toute enveloppe et ne sont plus consti-

tuées que par des cylindraxes nus, dont les éléments se dissocient pour constituer le réseau. Celui-ci, dans son ensemble, présente une grande analogie d'aspect avec une feuille d'arbre dépouillée de son parenchyme par macération.

» Quant aux terminaisons par des extrémités renflées en bouton, vues par M. Ranvier, on peut les observer, en effet, tant sur des préparations traitées par le nitrate d'argent que sur celles qui ont été soumises à l'imprégnation par le chlorure d'or seul, sans action préalable de l'acide osmique. Mais on a toujours affaire alors à des préparations défectueuses, dans lesquelles la continuité des mailles du réseau est interrompue, s'il s'agit d'images négatives obtenues par le nitrate d'argent, par un excès de précipité d'argent qui couvre une partie des filaments du réseau; s'il s'agit de préparations au chlorure d'or, par une insuffisance du dépôt métallique qui s'arrête aux premières branches de bifurcation des fibres pâles terminales, ou ne colore que d'une manière irrégulière et incomplète les filaments du réseau.

» Je montrerai, dans une prochaine Communication, que les lamelles nerveuses, formées par le réseau terminal, sont le seul des éléments constituant l'organe électrique des torpilles, où puisse s'accomplir la transformation d'une force de tension en force vive, la transformation de la neurilité en électricité. »

GÉOLOGIE. — *Plissements de la craie dans le nord de la France.* Troisième partie : *Age des plis.* Note de M. **Hébert.**

« Dans de précédentes Communications, j'ai eu l'honneur de rendre compte à l'Académie (1) de quelques-uns des résultats de mes recherches sur la structure ondulée du sol crayeux du nord de la France. J'ai montré que les principaux traits de cette structure se traduisent en un double système de plis, l'un orienté du sud-est au nord-ouest, l'autre du sud-ouest au nord-est.

» Ces plis sont le résultat des pressions latérales, dues à l'effet de la contraction de l'écorce terrestre. A quelle époque se sont-ils produits? Sont-ils simultanés ou successifs? Et, dans ce dernier cas, quel est l'ordre de leur formation? Telles sont les questions que je traite dans un nouveau Mémoire, dont voici le résumé.

---

(1) Séances des 3 et 17 janvier 1876.

» 1° J'ai dit que ces plissements sont, pour le nord de la France, postérieurs au terrain jurassique; je montre maintenant, conformément à l'opinion de d'Archiac, que la période crétacée a débuté par une dépression dirigée du sud-ouest au nord-est, occupant les régions méridionales de l'Angleterre et la partie septentrionale de la Manche dans laquelle se sont déposées les couches wealdiennes.

» 2° Je prouve ensuite par des faits nombreux que le golfe néocomien, lors du dépôt du calcaire à spatangues, était complétement fermé au sud-ouest, au sud et au sud-est, de manière à présenter, sauf une légère diminution dans l'étendue, exactement la forme du golfe portlandien (*ante*, p. 238). Il résulte de là la démonstration que l'étage wealdien est complétement indépendant de l'étage néocomien et qu'aucune partie n'en peut être l'équivalent.

» Le canal de communication entre le golfe néocomien et la mer du Nord, dans la partie située entre Paris et la Manche, résulte d'un pli concave, postérieur aux dépôts wealdiens et dont la vallée de la Somme occupe la partie centrale. Par suite de ce pli, les couches portlandiennes ont été relevées de chaque côté, et la partie centrale seule a été couverte par les eaux néocomiennes.

» La dépression de la Somme est donc le premier pli du sud-est au nord-ouest de la période crétacée, comme la dépression de la Manche en est le premier pli du sud-ouest au nord-est.

» 3° Le troisième est également dirigé du sud-est au nord-ouest. C'est le bombement qui a, pour la première fois, relevé le sol du Boulonnais. Il se place entre le gault et la craie glauconieuse.

» 4° Un deuxième axe anticlinal sépare l'étage cénomanien de l'étage turonien; c'est un bombement dirigé du sud-ouest au nord-est, bien accusé entre la Ferté-Bernard et Brunelles, par Ceton, Sonancé et Trizay.

» Ce pli paraît s'étendre au sud-ouest vers Ecommoy; prolongé au nord-est, il passe à Beynes, où le sol a été soumis à des mouvements divers, puis il suit la vallée de l'Oise jusqu'au delà de la ville de Compiègne, près de laquelle se trouve le relèvement crayeux de Margny. Il serait donc possible que la vallée de l'Oise, parallèle au système de pli dirigé du sud-ouest au nord-est, fît elle-même partie de ce système.

» Le bombement de la Ferté à Brunelles a été accompagné, comme contre-partie, d'une dépression qui occupe la vallée de l'Huisne, et je démontre, par une coupe exacte, que cette dépression n'est pas due à des failles, comme on l'a supposé, mais seulement à un pli concave.

» 5° Les trois plis du sud-est au nord-ouest des collines du Perche viennent ensuite. Postérieurs à la craie à *Inoceramus labiatus*, ils paraissent antérieurs à la zone à *Terebratella Bourgeoisii*, et, dans tous les cas, ils appartiennent à la période turonienne.

» 6° Les mouvements de plissement énumérés ci-dessus ont probablement agi sur d'autres parties du bassin que celles que nous avons indiquées pour chacun d'eux ; mais c'est surtout après la craie à *Micraster coranguinum*, et avant la craie à Bélemnitelles, que sont nettement dessinés les bombements, dirigés du sud-est au nord-ouest, de la Seine, du Bray, de la Bresle et de l'Artois.

» 7° Les plissements précédents ne changeaient point la position de l'embouchure du golfe parisien, le pli du sud-ouest au nord-est, de Pressagny-l'Orgueilleux à Breteuil, antérieur également à la craie à Belemnitelles, a coïncidé avec une émersion du nord-ouest de la France, et la formation au nord-est, dans les Flandres, d'un canal qui paraît avoir été alors la seule voie de communication entre le bassin de Paris et la mer du Nord.

» 8° Enfin, on peut encore constater, entre la craie à *Bellemnitella mucronata* et le calcaire pisolitique, un accroissement des bombements sud-ouest-nord-est du Bray et de la Seine (Beynes).

» Ce résumé ne renferme pas les plis dont l'âge n'a pu être encore évalué, faute de données suffisantes ; mais ce qu'il est possible de constater suffit pour montrer que les pressions latérales, qui ont déterminé ces deux systèmes de plis, ont, en général, agi alternativement, et c'est ainsi seulement qu'on peut se rendre compte des changements dans la communication entre le golfe parisien et les mers voisines. Ces plis, loin de prendre, du premier coup, leur forme définitive, se sont successivement accrus à diverses époques.

» Le système sud-ouest-nord-est s'est manifesté le premier, mais le système sud-est-nord-ouest a eu, sur le relief actuel du sol, une influence d'autant plus considérable que son action s'est prolongée jusqu'à la fin des dépôts tertiaires du bassin de Paris, et a fait disparaître, ou au moins oblitéré, les effets des plissements perpendiculaires.

» Si l'on veut bien se reporter à l'ouvrage (1) dans lequel j'ai cherché à analyser les mouvements oscillatoires du sol du nord de la France pendant la période jurassique, on reconnaîtra la différence considérable qui distingue à ce point de vue la période crétacée. Il y a toutefois, entre les deux

(1) *Mers anciennes*, etc.; 1857.

périodes, ce lien, que les axes de plissement de l'une sont en rapport avec la direction générale des rivages des golfes successifs de l'autre. Le golfe jurassique avait, en effet, la forme d'un fjord composé de deux parties : l'une, la partie intérieure, allongée du sud-est au nord-ouest; l'autre, le canal de communication avec la mer du Nord, dirigée du sud-ouest au nord-est. De plus, le rivage méridional, entre Sancerre et Chaumont, avait la même direction que le rivage septentrional, entre Exeter et la mer du Nord.

» Il y a donc lieu de voir, dans la forme de la dépression jurassique, une disposition inhérente à la structure interne du sol, et comme le prélude des flexions qui ont déterminé la formation des plissements de la période crétacée. Un mouvement, dû à la contraction de l'écorce terrestre, peu sensible pendant la période jurassique, plus accusé pendant la période suivante, a déterminé le rapprochement des massifs anciens de France et d'Angleterre : le plateau central, du Devonshire et du pays de Galles; la Bretagne, de l'Ardenne et de son prolongement souterrain de Calais à Londres. »

MINÉRALOGIE. — *Daubréite (oxychlorure de bismuth), espèce minérale nouvelle;* par M. **Domeyko**.

« Masse terreuse, d'un blanc jaunâtre ou grisâtre, dans laquelle on trouve un grand nombre de lamelles cristallines, d'un éclat nacré, et opaques : il en résulte parfois une texture fibreuse. Sa dureté ne dépasse pas 2 à 2,5; la densité est de 6,4 à 6,5.

» Un chalumeau colore la flamme en bleu pâle. Si l'on expose au feu un fragment mince et allongé de ce minéral, il fond, à l'instant, à son extrémité en produisant de la fumée, et la matière fondue est noire et compacte. Pendant qu'elle coule à la surface comme de la cire, la partie un peu plus éloignée de la flamme devient de plus en plus jaune, d'un jaune orangé, tandis que la partie engagée dans la pince reste blanche. Chauffée dans un tube fermé par un bout, la matière change d'abord de couleur et devient grisâtre, en dégageant de l'eau qui donne une réaction fortement acide. Si l'on prolonge l'action du feu, mais pas assez pour fondre la matière, elle redevient jaune, et il ne se produit point de sublimé.

» L'acide chlorhydrique à chaud dissout facilement le minéral, sans effervescence ni résidu. La dissolution est d'un jaune plus ou moins intense, selon le degré de concentration; si l'acide est en quantité suffisante, elle ne se trouble pas par l'addition d'eau.

» L'analyse réitérée de divers fragments de la partie la plus pure du minéral a fourni

89,60 pour 100		de sesquioxyde de bismuth,
7,50	»	de chlore,
3,84	»	d'eau,
0,72	»	de sesquioxyde de fer.

» Admettant que c'est le sesquichlorure de bismuth qui entre dans la composition du minéral et retranchant de la proportion de l'oxyde de bismuth que me donne l'analyse celle du métal qui correspond à 7,50 de chlore pour former le Bi^2Cl^3, je trouve ce minéral composé de

Sesquioxyde de bismuth.........	72,60
Sesquichlorure de bismuth.......	22,52
Eau.........................	3,84
Sesquioxyde de fer.............	0,72
	99,68

» En faisant abstraction de l'eau, dont une partie peut appartenir à l'hydrate de fer, on voit que cet oxychlorure est formé de 4 équivalents de sesquioxyde de bismuth et 1 équivalent de sesquichlorure de même métal. En effet la différence entre la composition théorique et celle que je viens de trouver pour l'oxychlorure $(Bi^2O^3)^4Bi^2Cl^3$ natif est bien petite :

	Théorique.	Trouvé.
4 équivalents de sesquioxyde de bismuth.........	76,16	76,38
1 équivalent de sesquichlorure de bismuth........	23,84	23,62

» Ce composé occupe par conséquent une place intermédiaire entre les deux oxychlorures artificiels cités par MM. Pelouze et Fremy dans leur *Traité de Chimie* (t. III, p. 895, 5^e édition), et ne fait que compléter la série suivante de trois oxychlorures :

Artificiel.	Natif.	Artificiel.
$(Bi^2O^3)^2Bi^2Cl^3$,	$(Bi^2O^3)^4Bi^2Cl^3$,	$(Bi^2O^3)^6Bi^2Cl^3$.

» Les échantillons qui m'ont servi à découvrir cette nouvelle espèce minérale viennent du Cerro de Tazna, de la mine de bismuth de Constancia, en Bolivie, et je les dois à l'obligeance de M. Frank, ingénieur des mines de la compagnie chilienne de Huanchaca. Le minéral que je viens de décrire paraît s'y trouver en abondance, et il forme un des produits importants de la mine.

» Je prends la liberté de dédier ce minéral à mon illustre collègue de l'École des mines, M. Daubrée. »

MÉDECINE. — *De l'amygdalite caséeuse chronique*. Note de M. **Bouchut**. (Extrait par l'auteur.)

« A côté des angines aiguës couenneuses pultacées, ulcéreuses et gangréneuses, il y a des angines chroniques caractérisées par la permanence, sur les amygdales, de points blancs et de taches blanches qui effrayent beaucoup les familles, et qui, cependant, n'ont aucune gravité.

» Ces taches blanches sont des produits caséeux, ayant pour origine les follicules de l'amygdale hypertrophiée et atteinte d'inflammation chronique. Elles sont formées de matière grasse, avec ou sans odeur, entremêlée de cellules d'épithélium altéré, et varient du volume d'un grain de chènevis au volume d'une mûre, dont elles ont parfois les aspérités extérieures.

» Elles restent en place, des semaines ou des mois, et elles se reproduisent à mesure qu'on les enlève avec la curette; mais, avec quelque persistance, on les enlève définitivement. »

M. **Chapelas** adresse le résumé des observations d'étoiles filantes, faites au Luxembourg pendant le mois de mars 1876.

« Le nombre d'étoiles filantes, recueilli pendant quarante-trois heures quarante minutes d'observations, s'élève à 86; un bolide a été observé dans la nuit du 19 à 11^h18^m. Le nombre horaire moyen des météores n'est que de $2\frac{1}{10}$ étoiles, pendant ce mois tout particulièrement humide, qui ne donne que huit jours de beau temps pour vingt-trois jours de pluie (le nombre horaire en mars est, en moyenne, de $5\frac{6}{10}$ étoiles). On peut également signaler la prédominance des directions ouest. On a observé un halo lunaire dans les nuits des 7 et 11 mars, et une fraction de halo dans la nuit du 10. »

M. **Chasles** présente à l'Académie, de la part de M. le prince *Boncompagni*, les livraisons de septembre, octobre et novembre 1875 du *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche* qui renferment un Exposé fort intéressant de M. L.-C. Béziat, sur la vie et les travaux de l'illustre astronome Hévélius, qui tiennent une si grande place dans l'histoire de l'Astronomie.

M. **Chasles** présente aussi, de la part de M. *Louis Cremona*, un volume

des *Éléments de Géométrie projective*, publié d'abord en langue italienne, et traduit, avec la collaboration de l'auteur, par M. E. Dewulf.

La séance est levée à 5 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 10 avril 1876.

(suite.)

Memoirs of the royal astronomical Society; vol. XLII, 1873-1875. London, 1875; in-4°.

A report on a plan for transporting wounded soldiers by railway in time of war; by G.-A. Otis. Washington, War department, surgeon general's office, 1875; br. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Ouvrages reçus dans la séance du 17 avril 1876.

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et documents; avril 1876. Paris, Dunod, 1876; in-8°.

Annuaire de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique; 1876. Bruxelles, F. Hayez, 1876; 1 vol. in-12.

Éléments de Géométrie projective; par L. Cremona, traduits avec la collaboration de l'auteur par Ed. Dewulf; 1re partie. Paris, Gauthier-Villars, 1875; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Chasles.)

Un nouvel engrais; par J. Brunfaut. Paris, maison Rustique, 1876; in-8°. (Extrait de la *Réforme économique.*)

Des laryngopathies pendant les premières phases de la syphilis; par MM. Krishaber et Mauriac. Paris, G. Masson, 1876; br. in-8°.

Commission du Phylloxera de l'arrondissement de Poligny. Rapport sur l'état actuel de la maladie de la vigne; par le Dr L. Coste. Poligny, imp. Mareschal, 1876; br. in-8°.

Tables pour calculer la date de la fête de Pâques; par M. F. Burnier. Sans lieu ni date; opuscule in-8°.

Bullettino di bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche, pubblicato da B. Boncompagni; t. VIII, settembre, ottobre, novembre 1875. Roma, 1875; 3 liv. in-4°. (Présenté par M. Chasles.)

Atti della R. Accademia dei Lincei; serie 2a, volume I, 1873-74; volume II, 1874-75. Roma, coi tipi del Salviucci, 1875; 2 vol. in-4°.

Si espongono la costruzione, la proprietà et le applicazioni di un elettrostatico inducente costante. Memoria del prof. P. VOLPICELLI. Roma, coi tipi del Salviucci, 1876; in-4°.

Atti dell' Accademia pontificia de' nuovi Lincei compilati dal segretario; anno XXIX, sessione 2ª del gennaio 1876. Roma, tipog. delle Scienze matematiche e fisiche, 1876; in-4°.

Cura antisettica delle ferite e proposta di un nuovo metodo. Memoria del Dott. A. MINICH. Venezia. tip. G. Antonelli, 1876; in-4°.

De' lavori Accademici del R. Istituto d'Incoraggiamento alle scienze naturali economiche e tecnologiche di Napoli nell' anno 1875 e cenno biografico del Socio P. TUCCI, etc. Napoli, tip. G. Nobile, 1876; in-4°.

Considerazioni intorno l'ipotesi di nervi che avrebbero per uffizio d'infrenare la contrattilita o la tonicita muscolare e ricordo di alcune sperienze cimentate nel laboratorio fisiologico della R. Università di Roma. Memoria del prof. Socrate CADET. Roma, coi tipi del Salviucci, 1876; in-4°.

Lezione popolare sulla elettricità per la cognizione dell' elettro-vigile di L. VINCENZO. Palermo, tipog. Roberti, 1876; in-8°.

Breve catechismo di cosmologia ad uso delle Scuole di G. GALLO. Torino, 1876; in-18.

Methodik der physiologischen experimente und vivisectionen; von E. CYON. Giessen, J. Ricker. Saint-Pétersbourg, C. Ricker, 1876; 1 vol. in-8° avec atlas. (Présenté par M. Cl. Bernard.)

Études sur les Échinoïdées; par S. LÖVEN. Stockholm, Norstedt et Söner, 1875; 1 vol. in-4° avec atlas.

Ueber die Perioden der elliptischen Integrale erster und zweiter Gattung; von Dr H. BRUNS. Dorpat, C. Mattiesen, 1875; br. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 10 avril 1876.)

Page 805, ligne 4, *au lieu de* comme aux trois stations, *lisez* commun aux trois stations.
Page 806, ligne 31, *au lieu de* l'occultation, *lisez* l'oscillation.
Page 807, ligne 14, *après ces mots* l'oscillation diurne, *ajoutez* de la température.
Page 809, ligne 8, *après ces mots* allures du thermomètre, *ajoutez* de celles du baromètre.

COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 AVRIL 1876,

PRÉSIDÉE PAR M. PELIGOT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Découverte des deux petites planètes* (161) *et* (162).

M. **Le Verrier** communique la dépêche suivante qu'il a reçue de Washington, le 19 avril 1876 :

« Planète (161), découverte à Ann-Arbor, par Watson; ascension droite $= 13^h 28^m$; déclinaison $= -11°45'$; mouvement diurne $= 2'$ vers le Nord. 11ᵉ grandeur ».

M. **Le Verrier** annonce la découverte de la planète (162), faite à l'Observatoire de Paris, par M. Prosper Henry, dans la nuit du 21 avril dernier, et il en communique l'observation suivante :

1876 avril 21, 13^h Temps moyen de Paris : $Æ = 14^h 9^m 58^s$, $D = -12° 18'$.
Mouvement diurne en déclinaison $= 3'$ vers le nord.
La planète est de 12ᵉ grandeur.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le gaz de l'éclairage et les carbures pyrogénés;* par M. **Berthelot**.

« **1.** J'ai dit comment le gaz de l'éclairage, dirigé à travers une colonne de pierre ponce imbibée d'acide sulfurique concentré, fournit un liquide

qui se sépare en deux couches, l'une formée par l'acide sulfurique plus ou moins altéré, l'autre par un mélange d'hydrocarbures. C'est ce mélange dont je vais m'occuper. Il s'élevait à 25 grammes par 100 mètres cubes de gaz. Soumis à trois séries méthodiques de distillations fractionnées, il a été résolu en :

Benzine mêlée avec un peu de toluène	2	100
Mésitylène (vers 160 à 170°) $C^{18}H^{12}$..............	5	
Cymène (vers 180°) $C^{20}H^{14}$..........................	20	
Tricrotonylène (220-240°) $C^{24}H^{18}$.	30	
Colophène (300-320°) $C^{30}H^{24}$	32	
Résidu fixe à 320°....................................	5	
Produits intermédiaires et perte	6	

» 2. *Benzine*. — Elle a été reconnue par ses réactions classiques. Elle tire son origine de la vapeur préexistante, dont une faible portion demeure dissoute dans les liquides condensés. La petitesse de cette portion, relativement à la masse totale de la benzine en vapeur, s'explique par ce que le gaz d'éclairage, même après la réaction de l'acide sulfurique, n'est pas saturé de cette vapeur, qui n'y possède guère que les $\frac{2}{5}$ de sa tension maximum. Cette observation, applicable *a fortiori* pour les autres vapeurs de carbures préexistants, dont la quantité relative dans le gaz est bien plus faible que celle de la benzine, montre que leur liquéfaction au contact de l'acide ne saurait donner lieu qu'à des proportions négligeables de matière. Les carbures suivants ne préexistent donc pas dans le gaz; mais ils résultent de carbures plus volatils transformés par l'acide sulfurique.

» 3. Le *mésitylène*, $C^{18}H^{12}$, a donné à l'analyse :

Trouvé...	$C = 89,7$	Théorie...	$C = 90,0$
» ...	$H = 10,3$	» ...	$H = 10,0$

» Il bouillait vers 165 degrés, et offrait les propriétés et réactions connues du mésitylène de l'acétone. J'attribue l'origine de ce carbure à la condensation de l'allylène, $3C^6H^4 = C^{18}H^{12}$, sous l'influence de l'acide sulfurique. 100 mètres cubes de gaz en ont fourni $1^{gr},25$, ce qui, joint à l'allylène changé en acétone, ferait 8 millioniémes en volume d'allylène (au minimum) dans le gaz d'éclairage.

» 4. Le *cymène*, $C^{20}H^{14}$, a donné à l'analyse :

Trouvé...	$C = 89,3$	Théorie...	$C = 89,5$
» ...	$H = 10,7$	» ...	$H = 10,5$

» Il bouillait vers 180 degrés. Les propriétés et réactions générales de

ce corps étaient les mêmes que pour le cymène du camphre. Je regarde le cymène précédent comme formé par l'action oxydante de l'acide sulfurique sur un térébène (RIBAN), $C^{20}H^{16}$, qui, lui-même, dériverait de la condensation d'un carbure $C^{10}H^{8}$: $2C^{10}H^{8} = C^{20}H^{16}$, carbure beaucoup plus volatil, contenu dans le gaz d'éclairage; c'est le *térène* ou *propylacétylène*, $C^{6}H^{6}.C^{4}H^{2}$, homologue de l'allylène (méthylacétylène) et du crotonylène (éthylacétylène). J'y reviendrai.

» 5. Le *tricrotonylène*, $C^{24}H^{18}$, a donné à l'analyse :

Trouvé...	$C = 88,8$	Théorie...	$C = 88,9$
» ...	$H = 11,2$	» ...	$H = 11,1$

» Ce carbure bout aux environs de 230 degrés. L'acide nitrique fumant le dissout à la façon des carbures benzéniques, dont il possède les réactions générales. Ce corps est isomère avec la triéthylbenzine, vis-à-vis de laquelle il offre les mêmes relations que le triallylène vis-à-vis de la triméthylbenzine. Le tricrotonylène ne diffère de l'acénaphtène (formé également par l'union successive de six résidus éthyléniques) que par de l'hydrogène, et je pense qu'il se retrouvera dans le goudron de houille. Le tricrotonylène obtenu dans l'opération précédente me paraît dériver du crotonylène, $C^{8}H^{6}$, contenu dans le gaz et polymérisé par l'acide sulfurique : $3C^{8}H^{6} = C^{24}H^{18}$. 100 mètres cubes de gaz en ont fourni 7gr,5, soit 31 millionièmes en volume de crotonylène gazeux, au minimum.

» 6. Le *colophène* ou *tritérène*, $C^{30}H^{24}$, a donné à l'analyse

$C = 88,4,$	Théorie : $C = 88,2,$
$H = 11,3.$	$H = 11,8.$

Il distillait vers 300 degrés. Ses propriétés physiques et ses réactions étaient celles du colophène ordinaire (*). De même que pour ce dernier, l'analyse indique des nombres un peu faibles pour l'hydrogène, sans doute à cause du mélange d'un carbure moins hydrogéné, tel qu'un térécymène, $C^{30}H^{22}$ ou $C^{10}H^{8}.C^{20}H^{14}$; mais je n'insiste pas sur ce point.

» Le colophène résulte sans doute de la polymérisation par l'acide sul-

(*) J'admets ici pour le colophène, volatil vers 300 degrés, la formule $C^{30}H^{24}$, au lieu de $C^{40}H^{32}$. J'ai été conduit à cette opinion par l'examen de la réaction de l'acide iodhydrique (*Bull. de la Soc. chimique*, 2e série, t. XI, p. 26, 1869) et par la densité de vapeur du copahuvène (p. 31). M. Riban a même trouvé récemment, pour la densité de vapeur du colophène, le chiffre 8,3, qui n'est pas très-éloigné de 7,14, exigé par la théorie.

furique du térène signalé plus haut : $3C^{10}H^8 = C^{30}H^{24}$. 100 mètres cubes de gaz ont fourni 13 grammes de cymène et de colophène réunis, qui représenteraient un poids à peu près égal du térène primitif, soit 42 millioniènes de térène gazeux en volume (sans préjudice des polymères plus condensés qui n'ont pu être dosés).

» 7. D'après ces résultats, la portion absorbable par le brome, qui constitue la plus grosse fraction de la portion éclairante du gaz parisien, serait composée à peu près de la manière suivante, pour 1 million de volumes de l'échantillon sur lequel j'ai opéré :

Benzine en vapeur, $C^{12}H^6$	30000 à 35000	
Acétylène, C^4H^2	1000 environ	
Éthylène, C^4H^4	1000 à 2000	
Propylène, C^6H^6	2,5	181 (*)
Allylène, C^6H^4	8	
Butylène, C^8H^8, et analogues	traces	
Crotonylène, C^8H^6	31	
Térène, $C^{10}H^8$	42	
Carbures identiques aux précédents ou dissemblables, mais transformés en polymères presque fixes, estimés (d'après le poids des polymères) à	83	
Diacétylène et carbures analogues, estimés de même à	15	

» 8. Ces carbures peuvent être regardés comme produits en partie par la distillation sèche et en partie comme dérivant les uns des autres et du formène, suivant les réactions régulières que j'ai observées dans l'étude des carbures pyrogénés. En effet, j'ai signalé les métamorphoses réciproques et directes des quatre hydrures de carbone fondamentaux : l'acétylène, C^2H (2 v.), l'éthylène, C^2H^2 (2 v.), le méthyle, C^2H^3 (2 v.), et le formène, C^2H^4 (4 v.), qui constituent, avec l'hydrogène, un système en équilibre, système tel, que les quatre carbures fondamentaux se forment à la température rouge aux dépens de l'un quelconque d'entre eux pris comme point de départ : c'est là un fait d'expérience.

» J'ai aussi montré, par expérience, comment le formène *libre* engendre directement, non-seulement l'éthylène, $(C^2H^2)^2$, mais aussi le propylène, $(C^2H^2)^3$, et probablement toute la série des carbures polymères, $(C^2H^2)^n$.

» L'acétylène libre engendre également, par synthèse directe, la ben-

(*) Ces chiffres sont un minimum, une proportion inconnue des divers carbures ayant pu traverser l'acide sulfurique sans s'y modifier.

zine, $C^{12}H^6 = (C^4H^2)^3$, et toute une série de polymères, $(C^4H^2)^n$, entre lesquels la benzine prédomine, à cause de sa plus grande stabilité.

» Tous ces corps se retrouvent, en effet, dans le gaz d'éclairage et dans le goudron de houille formé simultanément.

» Non-seulement les quatre carbures fondamentaux, C^2H, C^2H^2, C^2H^3, C^2H^4, et les polymères des deux premiers $(C^2H)^{2n}$, $(C^2H^2)^n$, prennent ainsi naissance, mais tous ces corps se combinent deux à deux, toujours sous l'influence de la température rouge, pour constituer des carbures plus compliqués, en équilibre avec les carbures plus simples qui les engendrent. C'est ainsi que j'ai réalisé, avec l'acétylène et la benzine, la synthèse immédiate du styrolène, $C^{16}H^8$; avec l'acétylène et le styrolène, la synthèse de la naphtaline, $C^{20}H^8$; avec l'acétylène et la naphtaline, la synthèse de l'acénaphtène, $C^{24}H^{10}$; avec le styrolène et la benzine, la synthèse de l'anthracène, $C^{28}H^{10}$: tous carbures qui se retrouvent dans le goudron de houille. De même j'ai reconnu que l'acétylène et l'éthylène se combinent à volumes égaux vers le rouge sombre,

$$C^4H^2 + C^4H^4 = C^8H^6,$$

pour constituer l'éthylacétylène, carbure dont M. Prunier a établi l'identité avec le crotonylène et qui se retrouve dans le gaz d'éclairage.

» J'ai également reconnu, dans des essais inédits, que l'acétylène et le propylène s'unissent directement et dans les mêmes conditions,

$$C^4H^2 + C^6H^6 = C^{10}H^8,$$

pour constituer le propylacétylène, carbure liquide, extrêmement volatil, très-altérable par l'acide sulfurique. L'expérience est aussi facile à réaliser que la synthèse de l'éthylacétylène, quoique un peu moins nette, à cause de la formation simultanée d'un peu de benzine, aux dépens de l'acétylène. Cependant, en opérant dans une cloche courbe, une demi-heure de chauffe suffit pour combiner un tiers du propylène et de l'acétylène. Ce propylacétylène me semble identique avec le térène du gaz d'éclairage et probablement aussi avec le carbure dérivé du caoutchouc, au moyen duquel M. Bouchardat a effectué la synthèse du terpilène et de divers autres carbures térébiques.

» Ces observations montrent quelles liaisons existent entre la formation des divers carbures du gaz d'éclairage. Dans toute opération de ce genre, accomplie à la température rouge, une première analyse, presque ultime, tend à ramener les principes originels à l'état des quatre carbures fonda-

mentaux : acétylène, éthylène, méthyle et formène, lesquels se recombinent aussitôt pour former par synthèse tout le système des carbures pyrogénés. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la décomposition pyrogénée de l'azotate d'ammoniaque et sur la volatilité des sels ammoniacaux;* par M. **Berthelot**.

« 1. Ayant eu occasion de faire quelques expériences sur la décomposition pyrogénée de l'azotate d'ammoniaque, j'ai observé certains faits qui ne me semblent pas sans intérêt, au point de vue de la Mécanique chimique.

» 2. L'azotate d'ammoniaque fond vers 152 degrés, température que l'eau préexistante ou formée par la décomposition du sel ne permet pas de préciser très-exactement. C'est seulement à partir de 210 degrés qu'il commence à se décomposer suffisamment pour fournir un volume de gaz appréciable en quelques minutes. Cette décomposition devient de plus en plus active, à mesure que la température du sel fondu est élevée par une source de chaleur, sans que la température s'arrête cependant à aucun point fixe entre 200 et 300 degrés (1). Si l'on continue à pousser le feu, la réaction devient explosive.

» Ces caractères sont ceux d'une décomposition exothermique; ce qui est conforme à mes expériences calorimétriques, d'après lesquelles la formation calculée du protoxyde d'azote,

$$AzO^6H, AzH^3 \text{ fondu} = 2AzO + 2H^2O^2 \text{ gaz, dégage environ} \ldots \quad +46^{Cal}.$$

» 3. Cependant, d'après mes essais, la quantité de protoxyde d'azote recueilli demeure toujours fort inférieure à la théorie, à cause de la volatilité apparente ou réelle de l'azotate d'ammoniaque. L'écart est même très-considérable, si l'on opère à la température la plus basse et de façon à empêcher, autant que possible, les portions sublimées dans les parties froides de l'appareil, de retomber à mesure dans les parties échauffées, en même temps que l'eau condensée.

» 4. On peut d'ailleurs sublimer l'azotate d'ammoniaque, sans le détruire notablement, en plaçant ce sel fondu à l'avance dans une capsule

(1) En produisant un arrêt momentané dans l'échauffement, il est facile de provoquer une suspension du dégagement gazeux, suivie alors d'un échauffement ultérieur, par des phénomènes analogues à ceux que présente un liquide surchauffé au-dessus de son point d'ébullition normal, phénomènes si bien étudiés par M. Gernez.

que l'on ferme à l'aide d'une feuille de papier buvard, surmontée d'un cylindre de carton rempli lui-même de larges morceaux de verre. On chauffe au bain de sable, en veillant à ce que la température du sel fondu (donnée par un thermomètre qui y est plongé) ne dépasse pas 190 à 200 degrés; une proportion très-considérable du sel se sublime alors en beaux cristaux brillants, qui s'attachent aux parois de la capsule et à la face inférieure du papier. Une portion le traverse même et se condense au delà, sous la forme d'une fumée blanche, très-divisée et très-difficile à recueillir; j'en ai constaté l'identité avec l'azotate d'ammoniaque par une analyse complète. La température du papier ainsi traversé par la vapeur peut s'élever au delà de 120 et même de 130 degrés (donnée par un thermomètre posé sur la face supérieure du papier), sans que le papier soit altéré notablement. J'attache quelque intérêt à cette expérience, comme propre à démontrer que l'azotate d'ammoniaque peut être *volatilisé en nature*, sans se décomposer au préalable en ammoniaque et acide azotique gazeux : $AzO^6H + AzH^3$, qui se recombineraient plus loin, leur mélange dissocié possédant toute l'énergie des composants isolés. En effet, on ne comprend pas comment la vapeur d'acide azotique monohydraté pourrait se trouver en contact avec le papier, à une température qui est nécessairement comprise entre 130 et 190 degrés, sans l'oxyder ou le détruire instantanément. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Réponse à une partie des critiques de M.* Hildebrandsson (*lettre du 20 mars dernier*); par M. Faye.

« La science la plus largement cultivée à notre époque est assurément la Météorologie dite dynamique. Elle dispose des ressources de presque tous les États civilisés et d'un nombre immense de collaborateurs sérieux. Les admirables cartes synoptiques sur lesquelles M. Hildebrandsson s'appuie, dans les critiques qu'il m'adresse, sont le résultat le plus clair et le plus considérable de cette universelle collaboration dont aucune autre science n'a jamais offert le spectacle. Cependant, au point de vue théorique, les progrès ne semblent pas répondre à tant d'efforts, et même le mot de progrès n'est-il pas de trop lorsqu'on voit tant d'éminents météorologistes s'efforcer de saper, à l'aide de ces mêmes cartes, les lois des tempêtes, c'est-à-dire une des plus grandes découvertes de ce siècle? Tout cela, je veux dire cette stérilité théorique et ces tendances rétrogrades, tient aux bases mêmes de la science actuelle qu'on s'est efforcé de constituer sur l'hypothèse suivante : *En chaque dépression barométrique, qu'elle réponde à un*

simple tornado, à un typhon ou à un vaste cyclone, il doit y avoir un puissant mouvement ascensionnel de l'air, alimenté en bas par des courants horizontaux qui affluent, en spirales plus ou moins courbées, vers le centre d'aspiration. Or cette hypothèse est une pure illusion : cet immense tirage sans cheminée, qui marche avec la vitesse d'un train express en aspirant l'air inférieur, et avec lui l'eau des mers ou des lacs, et qui les enlève jusqu'aux régions supérieures, a été suggéré à la Météorologie actuelle par un vieux préjugé. Entre toutes les occasions qui peuvent se présenter de démontrer la fausseté de ce point de départ, je choisis aujourd'hui celle que m'offre M. Hildebrandsson lui-même dans sa remarquable enquête sur la trombe de Hallsberg. Voici d'abord la théorie de ces mouvements tournants d'après MM. Espy, Belt, Loomis, Meldrum, Reye, Hildebrandsson, etc... Je l'extrais des documents suivants :

» 1° Le Rapport fait à l'Académie des Sciences sur les travaux de M. Espy, *Comptes rendus*, 1841, t. XII, p. 454 et suiv.;

» 2° L'intéressant ouvrage de M. Reye, *Die Wirbelstürme, Tornados und Wettersäulen*, Hanovre, 1872, p. 46 et suiv.;

» 3° *Enquête sur la Trombe de Hallsberg*, par M. Hildebrandsson, Upsal, 1875, p. 8 et 9.

» I. Imaginez à la base de l'atmosphère une couche d'air surchauffée par son contact avec le sol (sous l'action du Soleil). Si le calme est parfait, cette couche se dilatera peu à peu en soulevant en bloc le poids des couches supérieures, sans se mêler à elles par des courants ascendants. Il s'établira ainsi un équilibre instable bien connu par le phénomène du mirage. C'est la rupture locale de cet équilibre qui pourra donner naissance à une trombe. Qu'un accident quelconque vienne à se produire dans la couche inférieure, le vol d'un oiseau, par exemple, et aussitôt, en cet endroit-là, l'équilibre sera rompu, une bouffée d'air chaud et humide s'élèvera dans l'atmosphère. Tel sera le début du phénomène.

» II. Comme sa tendance ascensionnelle doit aller en croissant, il en sera de même de sa vitesse. Il se produira donc, au-dessous de cette première bouffée ascendante, un vide que l'air de la couche inférieure ira combler en marchant horizontalement vers l'espèce d'orifice pratiqué dans la couche inférieure, et cet air s'élancera verticalement à la suite, par ledit orifice.

» III. Bientôt il se formera ainsi, grâce à cette espèce de tirage (sans cheminée), une colonne cylindrique d'air ascendant qui montera jusqu'aux nues en s'épanouissant de plus en plus. Et comme l'air inférieur est chargé d'humidité, la vapeur d'eau entraînée en haut, dans des couches plus froides et moins comprimées, se condensera. Alors la trombe apparaîtra comme une colonne nébuleuse; elle ira former en haut d'épais nuages qu'elle continuera à alimenter; elle produira sur l'air inférieur une aspiration énergique, et ses effets mécaniques seront dus à cette aspiration et à la violence avec laquelle les courants horizontaux centripètes se précipiteront vers son orifice. Il s'y produira aussi une gyration plus ou

moins marquée, parce que les courants centripètes ne peuvent rigoureusement converger vers le centre et n'y arriveront qu'en tournoyant.

» IV. Enfin la trombe finira par se dissiper lorsqu'elle aura épuisé la couche inférieure surchauffée où elle a pris naissance et où elle s'alimente incessamment.

» Citons textuellement, sur le même sujet, l'opinion de M. Hildebrandsson :

« Tous les phénomènes observés cette fois (Hallsberg) s'accordent de la manière la plus parfaite avec la théorie émise déjà par Franklin, modifiée par MM. Belt et Espy, et dans ces derniers temps développée et précisée par MM. Peslin et Reye dans leurs travaux importants bien connus. Dans cette théorie, les trombes sont considérées comme des courants verticaux qui enlèvent en haut l'air humide et chaud près de la surface terrestre. Cet écoulement de bas en haut est nécessairement accompagné d'un mouvement gyratoire et d'une dépression barométrique considérable....

» Ces courants verticaux doivent naître chaque fois que les couches inférieures de l'atmosphère sont dans un *équilibre instable*, causé soit par un échauffement très-grand de la surface terrestre, soit par l'arrivée d'un courant supérieur très-froid. A l'ordinaire il s'établit dans de tels cas une grande quantité de courants ascendants et de courants descendants, dont l'existence se manifeste par la formation de cumulus et par la vibration apparente des objets éloignés. Pourtant, dans des circonstances favorables, il arrive souvent que les couches les plus inférieures, quand elles sont dilatées par leur contact avec le sol fortement échauffé, deviennent les moins denses. Comme on le sait, c'est alors qu'on observe le phénomène du mirage dans les plaines sablonneuses de l'Afrique. Là le sol présente souvent l'aspect d'un lac tranquille, sur lequel se réfléchissent les collines et les arbres environnants. Mais, tout à coup, le voyageur surpris voit s'élever au milieu du lac apparent une colonne gigantesque qui s'avance majestueusement, peut-être pour l'enterrer sous des masses énormes de sable brûlant.

» Dans nos contrées, il est bien rare que les couches inférieures deviennent réellement *moins denses* que les supérieures. Mais M. Reye a démontré que l'équilibre de l'atmosphère devient déjà instable pour une diminution de $0^{\circ},99$ par 100 mètres. A un air humide suffit un décroissement moins rapide encore. C'est aussi sur l'Océan, dans la zone torride, qu'on observe le plus souvent des trombes. Cette théorie nous semble rendre compte de tous les phénomènes observés cette fois (Hallsberg). Et, en effet, on sait que la force du vent est proportionnelle au *gradient*, et comme le diamètre d'une trombe est très-petit en comparaison de celui d'une tempête tournante, on n'a plus besoin d'admettre une diminution excessive de la pression, ni même un vide absolu dans son centre. M. Reye cite deux cas où l'on a observé la dépression du baromètre tout près d'une trombe. Dans un cas, le mercure a baissé de $16^{mm},5$, et dans l'autre de $5^{mm},6$, ce qui correspond, selon lui, à une vitesse du vent de 59 mètres et de $34^{m},5$ par seconde, c'est-à-dire à un ouragan terrible.

» Or il suffit, pour se rendre compte des dégâts produits par la trombe dont il s'agit, d'admettre une dépression de 20 millimètres dans son centre. Cette dépression correspond à une diminution *soudaine* de 272 kilogrammes par mètre carré. Une telle poussée suffit, non-seulement pour jeter dans l'air comme des morceaux de papier les toits des maisons, arracher les papiers peints aux murs, casser les fenêtres, et enlever des hommes et des

ponts, mais même pour renverser des bâtiments de bois, et disperser les débris sur une étendue considérable.

» A quoi certains marins ne manqueraient pas d'ajouter qu'une pareille diminution de pression, passant sur un vaisseau dont les écoutilles sont fermées à cause du mauvais temps, ferait crever le pont du navire comme une vessie placée sous une machine pneumatique. Si le marin oublie qu'en fermant les écoutilles à cause des coups de mer on ne cesse pas pour cela d'aérer l'intérieur du navire, si le météorologiste oublie que la dépression barométrique s'exerce aussi bien au-dessous qu'au-dessus d'un pont quelconque, ou d'une machine à battre, ou d'une charrette, etc., cela tient uniquement à l'influence toute-puissante du vieux préjugé universellement répandu que les trombes, qui pompent l'eau des mers et des étangs *jusqu'aux nues,* doivent bien aussi arracher les arbres et aspirer quelque peu les ponts, les machines à battre ou les toits des maisons.

» En tout cas, d'après la théorie ci-dessus des savants météorologistes, la première condition pour qu'une trombe se produise, c'est cet équilibre instable de la couche inférieure particulier au mirage. Si donc le temps est variable, si le vent souffle, s'il pleut par instants, les couches d'air se mélangent, le décroissement des températures suit son cours normal, l'équilibre instable devient impossible et aucun phénomène du genre trombe ne peut se produire. Comparons sous ce rapport la théorie avec l'enquête du savant suédois sur la trombe de Hallsberg; je cite textuellement :

» Le propriétaire de Wissberga-Utgård, M. Lars Anderson, raconta qu'il était avec un valet dans la forêt au moment de la catastrophe, tout près du lieu où avait commencé la dévastation (en *a*, sur le plan). Le temps avait été variable, disait-il, tout le matin, et il pleuvait par intervalles. Quelques moments après une averse très-forte, une masse de nuages sombres venant du sud s'abaissaient subitement au-dessus de leurs têtes. Il crie avec effroi au valet de prendre garde. Dans le même instant, l'éclair tombe sur un sapin à 130 mètres d'eux; on entend un fracas assourdissant, et tous les arbres, jusqu'à la limite du bois, sont renversés dans un moment.

» Il est impossible de rencontrer mieux dans nos nombreuses enquêtes; jamais observation n'a été faite de si près et dans des circonstances si décisives. Les deux spectateurs étaient cette fois à 17 mètres de la trombe, sur le bord dangereux, et l'ont vue débuter pour ainsi dire à leurs pieds. Quant à l'état météorologique général, ils le dépeignent nettement : « tout » le matin, le temps était variable et il pleuvait par instants »; l'équilibre instable exigé pour la formation d'une trombe n'existait donc pas, et pourtant, après une averse très-forte qui, à elle seule, aurait suffi pour mé-

langer les couches inférieures, une trombe apparaît! Mais ce n'est pas tout : à chaque pas, nous allons rencontrer des contradictions de même force.

» Une deuxième conséquence de cette théorie, c'est le mouvement *ascendant* des trombes, rendu visible par les poussières, les feuilles, etc. que les courants entraînent en haut. Or M. Lars Anderson a vu passer pardessus sa tête et *descendre* presqu'à ses pieds une masse de nuages sombres; aussitôt la trombe s'est mise à faucher les arbres à grand bruit. M. Hildebrandsson répond à cette contradiction manifeste que la condensation des vapeurs qui ont rendu la trombe visible a pu se propager rapidement de haut en bas vers le sol, bien que la trombe fût réellement ascendante. Mais si l'on comprend que de l'air pris en bas abandonne son humidité sous forme de brouillard quand il parvient en haut, on ne comprend pas du tout que cette condensation se propage en sens inverse dans des masses d'air chaud qui commencent seulement à s'élever au-dessus du sol, et que cette condensation soit le signal de l'action mécanique. Cette propagation de haut en bas est inadmissible, et il reste le fait capital, très-nettement observé, sans illusion possible, de la descente.

» Une troisième conséquence de cette théorie, c'est que la trombe restera à l'endroit où la rupture de l'équilibre de la couche s'est opérée. Pourquoi cette colonne ascendante, qui puise son aliment au sein d'une couche tranquille, se mettrait-elle en marche avec la vitesse d'un train express, lorsque l'équilibre instable de couches immobiles est sa seule raison d'être? Or voici les faits : « Tous les arbres, jusqu'à la limite du bois, sont » renversés en un moment. » Il a donc fallu que dans ce court moment la trombe eût parcouru 300 mètres?

» Et elle a continué sa course en rase campagne avec une vitesse très-grande. A la vérité, M. Espy explique la chose en disant que les vents supérieurs poussaient ainsi la trombe par le haut; M. Reye l'attribue aux vitesses inégales que l'air affluant horizontalement au pied de la trombe prend sous l'influence des inégalités du sol; mais quel est le physicien qui acceptera de pareilles réponses? D'ailleurs la trombe de Suède, comme partout ailleurs en Europe, marchait du sud-ouest au nord-est; serait-ce là une propriété particulière aux accidents du sol en tout pays?

» Une quatrième conséquence de la même théorie, c'est que la production d'une trombe est un phénomène successif dont les diverses phases doivent prendre du temps et se faire sentir. Les débuts sont bien faibles en comparaison de l'énergie qui finit par apparaître. D'abord un léger accident rompt l'équilibre instable; ensuite l'air afflue vers un certain point

avec une vitesse croissante et un mugissement croissant; enfin le phénomène s'exalte et finalement les arbres sont jetés par milliers sur le sol. Or la déposition de M. Lars Anderson prouve au contraire l'instantanéité : à peine a-t-il eu le temps de crier gare dès le premier symptôme. Jusque-là il n'avait rien vu, rien éprouvé, et il n'était qu'à 17 mètres de la trombe!

» Enfin le cercle d'action de ces courants affluents ne saurait être nettement limité tout autour de la trombe. Cette limitation exacte et brusque est bien le fait d'un mouvement gyratoire, mais non celui de courants centripètes. Si de grands sapins sont arrachés ou cassés à 100 mètres du centre par ces courants, n'éprouvera-t-on rien 17 mètres plus loin? Or les spectateurs ainsi placés à quelques pas de cette dévastation n'ont rien senti; ils en ont été quittes pour la peur.

» Ainsi la théorie des trombes ascendantes d'aspiration est en contradiction complète avec les faits les plus décisifs, ou, pour mieux dire et comme je l'ai fait voir ailleurs (1), elle a le privilége singulier de ne pas représenter un seul fait. Cela tient à ce qu'elle est elle-même en contradiction avec les plus simples notions de la Physique et de la Mécanique. En effet, si l'on comprend qu'une couche d'air bien calme, reposant sur un sol échauffé et devenue, par suite, trop légère pour le maintien de l'équilibre atmosphérique, reste cependant en place dans une sorte d'équilibre instable, il est clair que cet équilibre ne peut être rompu, ici ou là, sans qu'il se rompe rapidement de proche en proche sur toute son étendue. Alors la stabilité se rétablira bien vite par mille petits mouvements ascensionnels. Or est-il raisonnable d'imaginer que, là où une bouffée d'air se sera élevée accidentellement, toute la couche inférieure devra la suivre par le même chemin, par le même orifice, et se mouvoir dans ce but horizontalement tout entière et de tous les points cardinaux vers le point de rupture, de manière à former, à la suite de la première bouffée, une étroite colonne ascendante? Il faudrait pour cela que la couche d'air échauffée fût recouverte d'une planche immense percée d'un trou, et encore ne sortirait-il par ce trou qu'un air animé par la poussée que la planche subirait partout ailleurs sur une surface de même étendue. Mes savants adversaires affirment en outre que ce mouvement ascensionnel ira en s'accélérant, que les courants horizontaux convergeant vers cette ouverture imaginaire auront bientôt acquis une effroyable vitesse, de manière à faucher les arbres par milliers et en un moment. Bien plus, ils soutiennent que cet orifice, par où ils forcent l'air à

(1) *Défense de la loi des tempêtes* (*Annuaire du Bureau des Longitudes pour* 1875).

passer et que rien ne saurait élargir, se mettra en mouvement et se transportera, avec la colonne ascendante qui va jusqu'aux nues, aussi vite qu'un train express, au sein d'une atmosphère immobile!

» A cette base ruineuse de la Météorologie dynamique j'ai proposé de substituer l'idée suivante : *Les mouvements tournants de notre atmosphère prennent naissance dans les courants supérieurs par le même procédé mécanique que les tourbillons dans nos cours d'eau; comme ceux-ci ils sont descendants, suivent le fil des courants supérieurs avec leur vitesse moyenne, et viennent épuiser sur le sol la force vive qu'ils ont recueillie en haut.* Voilà du moins une idée puisée dans la nature et non dans un vain préjugé; elle pose nettement la formule mécanique de ces mouvements; elle s'adapte sans effort à tous les phénomènes qu'il nous a été donné de réunir; elle est féconde, car elle conduit à l'explication théorique des lois des tempêtes que la Météorologie actuelle s'efforce vainement de nier, rend compte des effets les plus singuliers des tornados et des trombes, donne la clef des phénomènes les plus frappants des orages et nous offre enfin le moyen d'aborder l'étude des courants supérieurs. Nous verrons plus tard si les cartes synoptiques, invoquées par M. Hildebrandsson, n'auraient pas tout à gagner à être interprétées de cette façon. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la végétation des plantes dépourvues de chlorophylle;* par M. **Boussingault.**

« Après la lecture que j'ai faite dans la séance du 10 avril, M. Pasteur a rappelé la condition d'une culture particulière de la fleur du vinaigre, et les produits principaux qui peuvent résulter de cette culture. Je n'ai pas cru, alors, devoir répondre à mon illustre confrère, parce que, dans ma Communication, j'avais en vue le développement d'une plante à feuilles colorées en vert. Depuis, j'ai pensé qu'il ne serait peut-être pas inutile de présenter quelques remarques relatives aux végétaux fonctionnant à l'obscurité.

» Sans doute, il est des plantes d'un ordre inférieur qui n'ont nul besoin de chlorophylle, ni de la radiation solaire pour édifier les matériaux que l'on trouve dans les êtres supérieurs du règne végétal; mais il n'est aucune cellule vivante, si elle ne possède la faculté de dissocier le gaz acide carbonique, qui puisse constituer de toutes pièces un principe immédiat carboné. Il est d'ailleurs facile de prouver que le rôle du protoplasma coloré en vert que l'on considère comme l'organe de l'assimilation dans les

feuilles fonctionnant à la lumière, s'étend, indirectement, mais s'étend certainement aux organes des plantes dépourvues de chlorophylle et vivant dans l'obscurité.

» Afin d'être compris, je dois prendre la question d'un peu haut, et pour point de départ, le résultat d'une expérience heureuse, exécutée en 1856, il y a vingt ans.

» Deux graines d'*Helianthus argophyllus* avaient été déposées dans du sable quartzeux préalablement calciné, humecté ensuite avec de l'eau distillée. On incorpora au sol du nitrate de potasse, du phosphate de chaux basique, des cendres blanches siliceuses obtenues de la combustion du foin de prairie. En quatre-vingt-douze jours, les tiges, les feuilles, les fleurs des deux plants acquirent les mêmes dimensions, la même vigueur que celles d'un *Helianthus* cultivé sur la plate-bande d'un jardin pour avoir un terme de comparaison.

» En terminant le récit de cette observation, je faisais remarquer combien il était curieux de voir une plante germer, mûrir, en un mot parvenir à un développement normal, quand ses racines fonctionnaient dans du sable contenant, à la place des débris organiques en voie de décomposition, de putréfaction qu'on rencontre dans une terre végétale fertile, des sels d'une grande pureté tirés du règne minéral, et, sans autres auxiliaires, croître progressivement en assimilant le carbone de l'atmosphère, en organisant avec le radical de l'acide nitrique, de l'albumine, de la caséine, c'est-à-dire les principes azotés du lait, du sang, de la chair musculaire (1).

» A la vérité, des plantes pouvant vivre à l'obscurité sont aptes à produire les mêmes matières carbonées (à l'amidon près) que celles qui ont besoin du concours de la lumière, mais cette production se réalise dans des conditions bien différentes. Dans un cas, le carbone a pour origine l'acide carbonique de l'air; dans l'autre, un être organisé vivant ou mort. En d'autres termes, les plantes sans chlorophylle, telles que les champignons, les cellules de levûre, les mucédinées, sont des parasites dont l'existence dépend d'un organisme qui leur est étranger. Lorsque le parasite envahit un végétal vivant, on conçoit qu'il y prenne tout ce dont il a besoin; mais, s'il est établi sur un végétal mort, on serait embarrassé pour expliquer comment il y trouve la substance azotée nécessaire à sa croissance, si les recherches classiques de M. Pasteur n'avaient appris que la formation, l'accroissement de la cellule des ferments ne dépendent pas nécessairement

---

(1) *Agronomie, Chimie agricole et Physiologie*, 2e édition, t. I, p. 268.

des matières albumineuses et qu'il suffit qu'un composé carboné, le sucre par exemple, soit en relation avec un sel à base d'ammoniaque, pour qu'il y ait, dans la cellule, apparition de protoplasma. Ainsi, un champignon puiserait par son mycélium pénétrant dans des détritus de végétaux ou d'animaux des sels ammoniacaux, et d'autres principes formés par des organismes antérieurs.

» Dans la végétation accomplie en dehors de la lumière, les cellules de la levûre de bière transforment le sucre en alcool et en acide carbonique, en acide succinique, en glycérine; en même temps que, par l'albumine que contient le liquide en fermentation, par les substances minérales introduites avec le ferment de nouvelles cellules prennent naissance. C'est dans le cours de ces recherches que M. Pasteur a fait voir par une expérience des plus ingénieuses que la matière albumineuse du milieu pouvait être remplacée par un autre corps azoté, par de l'ammoniaque.

» C'est ainsi que les globules de levûre se multiplient dans de l'eau tenant en dissolution du sucre, des cendres de levûre apportant des phosphates et d'autres sels alcalins, du tartrate d'ammoniaque. C'est encore ainsi que M. Raulin a obtenu, en quelques jours, une abondante récolte d'*Aspergillus*, en projetant quelques spores de cette mucédinée dans un milieu formé d'eau tenant en dissolution du sucre candi, du tartrate d'ammoniaque et, en outre, des phosphates alcalins et terreux, de la silice, de très-faibles doses d'oxyde de fer et de zinc.

» De ces observations on a tiré naturellement cette conséquence, que les globules de levûre, les mucédinées, en un mot les parasites atteignent un complet développement dans un milieu artificiel ne renfermant autre chose que des composés chimiques définis et cristallisés.

» A la première vue on pourrait croire qu'il y a identité dans ces résultats et celui fourni par la culture de l'*Helianthus argophyllus*. La différence est grande cependant. L'*Helianthus* a pris tous ses éléments carbonés constitutifs dans ce qu'on peut appeler le monde extérieur : le carbone, dans l'atmosphère; l'hydrogène et l'oxygène, dans l'eau. Les parasites, au contraire, ont pris le carbone dans des substances qui, tout en ayant une composition chimique définie, tout en étant cristallisées, proviennent néanmoins d'un organisme végétal; car, en définitive, le sucre, l'acide tartrique intervenus dans les expériences de MM. Pasteur et Raulin, ont été indubitablement formés dans une plante à chlorophylle, sous l'influence de la radiation solaire; leur carbone, et l'on peut en dire autant du carbone appartenant aux débris, aux détritus des végétaux ou des ani-

maux sur lesquels vivent les champignons, les moisissures, dérive, par conséquent, de l'acide carbonique de l'atmosphère. L'existence de ces parasites dans un lieu obscur où leurs cellules forment des principes immédiats semblables à ceux produits à la clarté du jour par les plantes à protoplasma vert, loin d'être une exception, est, comme on l'a dit, une confirmation des rapports nécessaires de la lumière avec la végétation. Je termine par cette réflexion : Si la radiation solaire cessait, non-seulement les plantes à chlorophylle, mais encore les plantes qui en sont dépourvues, disparaîtraient de la surface du globe. »

Observations verbales présentées par M. **Pasteur.**

« M. Boussingault vient de le rappeler avec la grande autorité qui s'attache à son nom en ces matières : la décomposition du gaz carbonique par la chlorophylle, sous l'influence de la radiation solaire, est le fait capital de la vie végétale. Par l'accomplissement de ce grand phénomène, le cycle de la vie recommence sans cesse. On aurait tort, toutefois, d'admettre que la formation des substances organiques d'ordre supérieur soit nécessairement subordonnée à l'action de la lumière solaire. Si la radiation solaire venait à s'éteindre, la vie serait désormais impossible pour les grands végétaux, mais elle pourrait se continuer dans certains êtres inférieurs. Les observations verbales, que j'ai présentées dans la séance du 10 avril courant, renferment un exemple de culture où l'aliment carboné d'une cellule de *mycoderma aceti* se trouve être l'alcool ou l'acide acétique, deux produits très-éloignés de l'organisation et qu'on peut tirer de réactions chimiques entièrement indépendantes de la radiation solaire.

» Par les méthodes que la Chimie doit à M. Berthelot, le carbone et la vapeur d'eau, mis en œuvre par la chaleur et par des réactions de laboratoire, peuvent donner lieu à beaucoup de substances capables de servir d'aliments carbonés pour les plantes inférieures. Bien plus, on pourrait concevoir que, sous l'influence de celles-ci, tout le carbone existant à la surface de la terre ou dans son intérieur passât dans des matières organiques complexes, et qu'ultérieurement il fît retour à l'atmosphère sous la forme d'acide carbonique par des actions d'oxydation et de fermentation; c'est seulement lorsqu'on serait arrivé à ce terme que toute manifestation de la vie serait impossible sans le concours de la radiation solaire.

» Notre savant confrère, M. Faye, me pose à l'instant une question d'un sens très-profond :

« La cellule dont vous parlez pourrait-elle, elle-même, être produite en dehors de l'action du Soleil? »

» Voici ma réponse : La cellule de *mycoderma aceti* ou telle autre cellule de mucédinée se rattache, par ses ascendants, à l'origine même de la vie; on ne saurait produire ces cellules par génération spontanée. Où et comment ces cellules ont-elles pris naissance pour la première fois? Nul ne peut le dire, parce que nous ne savons rien du mystère de l'origine de la vie à la surface de la terre. »

M. **Boussingault** ajoute :

« Notre savant confrère vient de reproduire ce qu'il a dit dans la séance du 10 avril, à savoir : « qu'une graine impondérable de *mycoderma aceti*, déposée dans un milieu minéral où l'aliment carboné unique est une substance organique très-éloignée de l'organisme, puisque cette substance est de l'alcool, peut fournir un poids de matière organique quelconque, formée des principes immédiats les plus variés et, qu'on le remarque bien, infiniment plus complexes que l'aliment carboné, l'alcool, dont tout le carbone de ces principes est sorti sous l'influence de la vie de la semence. »

» A cela je réponds, en restant strictement dans les limites de la question physiologique, que ces faits rentrent dans la règle générale; car l'acide acétique développé dans le milieu où fonctionnait le *mycoderma* venait de l'alcool; or cet alcool dérivait de sucre constitué par une plante à chlorophylle exposée au soleil; d'où il suit que le carbone de ce sucre, comme celui des autres matières carbonées apparues pendant la fermentation acétique, avait été séparé de l'acide carbonique atmosphérique par l'action de la lumière. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Recherches sur les betteraves à sucre (deuxième année d'expérimentation)*; par MM. **E. Fremy** et **P.-P. Dehérain**.

« Les recherches que nous avons entreprises sur les betteraves ont eu surtout pour but de déterminer quelle peut être la cause de la diminution notable de richesse que ces racines paraissent éprouver depuis quelques années, dans un grand nombre de localités.

» Nous avons voulu examiner si cette modification de la betterave est due, soit à un appauvrissement du sol qui aurait perdu, par une culture

mal dirigée, quelques-uns de ses éléments essentiels, soit à l'emploi d'engrais nuisibles ou insuffisants, soit au semis de graines de mauvaise qualité.

» Pour résoudre ces diverses questions qui intéressent à un si haut degré la science pure et ses applications à l'agriculture, nous avons institué une série d'expériences dans lesquelles des graines de betteraves, convenablement choisies ont été cultivées dans des sols artificiels et sous l'influence d'engrais de composition connue.

» Il nous a paru que, par cette méthode synthétique, il nous serait possible d'étudier et de mettre en évidence l'influence du sol, des engrais et de la race sur les propriétés saccharines des betteraves ; ces études nous occupent déjà depuis deux annés.

» Les faits que nous avons eu l'honneur de communiquer à l'Académie l'an dernier ont établi les points suivants :

» 1° La nature chimique du sol, qu'il soit argileux, siliceux ou calcaire, ne paraît pas exercer une influence considérable sur la richesse saccharine des betteraves.

» 2° Dans un sol stérile n'ayant reçu d'autre fumure que de l'azotate de potasse et du phosphate de chaux, dépourvu par conséquent d'humus, il est possible d'obtenir des betteraves normales pesant 700 à 800 grammes et contenant jusqu'à 16 pour 100 de sucre.

» 3° Un excès d'engrais azoté nuit à la formation du sucre dans les betteraves.

» Ces points fondamentaux établis, il nous a été possible d'aborder la question suivante : Dans quelle proportion faut-il donner à la betterave les sels qui servent à l'alimenter, et peut-on augmenter la quantité de sucre qu'elle produit, en apportant des changements dans la nature et les proportions des engrais qu'on lui donne ?

» Pour résoudre cet important problème, il ne suffisait pas, comme nous l'avons fait l'an dernier, d'élever des betteraves provenant de graines du commerce dans des sols artificiels et avec des engrais connus ; il fallait employer, avant tout, des graines dont la qualité avait été constatée par des cultures précédentes. Ces graines, que nous devons à l'obligeance de MM. Vilmorin, appartiennent l'une à la variété améliorée, l'autre à la variété blanche à collet rose.

» Nos expériences ont été conduites simultanément au Muséum, dans notre jardin d'expérimentation, et à Verrières, sur une plus grande échelle, dans les cultures de MM. Vilmorin, qui ont bien voulu nous prêter le con-

cours de leur longue expérience et qui ont cultivé les deux espèces de graines que nous avions choisies, en employant des engrais dont la nature et les doses avaient été indiquées par nous.

» Dans les expériences exécutées au Muséum, nous avons modifié, d'une manière notable, les appareils que nous avions employés l'année dernière.

» Les tonneaux ont été remplacés par de grands vases en grès percés par le bas et laissant écouler l'excès des dissolutions salines dont nous faisions usage; nous pouvions ainsi soumettre à l'analyse les liquides à leur sortie et nous assurer que les racines avaient toujours eu à leur disposition les engrais dont il s'agissait de déterminer l'efficacité. En les distribuant chaque jour à petites doses, pendant toute la durée de la végétation, nous étions certains d'alimenter la plante régulièrement, ce qui n'arrive pas quand on introduit dans le sol, au début de l'expérience, la totalité des sels donnés comme engrais, car les eaux d'arrosage peuvent les entraîner assez complétement pour que le végétal souffre bientôt d'une insuffisance de matières alimentaires.

» Nous savions que certaines plantes, telles que le cresson, le sarrazin, le haricot, parcourent toutes les phases de leur développement, quand on maintient leurs racines dans des dissolutions convenablement étendues; nous avons essayé d'obtenir le même résultat avec les betteraves; elles ont vécu pendant quelque temps, en effet, dans les dissolutions salines et y ont même légèrement augmenté leur poids; mais au lieu de produire, comme d'habitude, leur grande racine pivotante, elles ont formé une masse considérable de chevelu, composé de radicelles d'égale importance et ne présentant pas de racine principale. Un passage régulier d'air au sein des liquides nutritifs n'a apporté aucun changement dans le phénomène, la racine saccharine de la betterave ne s'est pas produite. Cet insuccès nous paraît donner une nouvelle preuve de la justesse des observations de M. H. Mangon sur les propriétés physiques des sols; elles prouvent que certaines espèces ne puisent leurs aliments dans des dissolutions qu'autant que celles-ci imprègnent les éléments insolubles et poreux qui constituent tout sol arable.

» Nos betteraves ont donc été placées dans des sols absolument stériles et soumises à l'action de dissolutions identiques, quant à la nature des sels, mais différentes quant à leurs proportions. Nous avons reconnu qu'un liquide contenant par litre 1 gramme de chlorhydrate d'ammoniaque, de superphosphate de chaux et de chlorure de potassium donné à raison de

100 centimètres cubes par jour, pendant toute la durée de la végétation, constituait une alimentation insuffisante pour une betterave placée dans un vase d'une contenance d'une cinquantaine de litres. En effet, les betteraves à collet rose sont restées petites; elles pesaient, au moment de l'arrachage, de 120 à 190 grammes; le poids des feuilles dépassait de beaucoup celui des racines, preuve d'une maturité incomplète.

» Des dissolutions contenant 5 grammes de chacun des sels précédents, c'est-à-dire 15 grammes de matières solubles par litre, distribuées à raison de 100 centimètres cubes par jour, ont donné des résultats satisfaisants. Les betteraves sont arrivées au poids de 610 grammes; au moment de l'arrachage, le poids des feuilles était, comme dans les betteraves ordinaires, bien au-dessous de celui de la racine; les racines contenaient 11 pour 100 de sucre.

» En faisant usage, dans une autre série d'expériences, de dissolutions nutritives contenant 30 grammes par litre des mêmes engrais, nous avons reconnu que les betteraves qui présentaient d'abord une bonne apparence se flétrissaient et perdaient leurs feuilles. Il fallut suspendre les arrosages; le poids des racines est tombé à 267 grammes : elles ne contenaient que 6,6 pour 100 de sucre.

» Il était donc évident que, dans ce dernier cas, la proportion d'engrais était trop forte et que, pour obtenir de bons résultats, il ne faut pas s'écarter beaucoup de la proportion de 15 grammes d'engrais par litre distribués à raison de 100 centimètres cubes par jour. Les dissolutions précédentes ne sont pas les seules que nous ayons employées; nous en avons composé d'autres dans lesquelles variaient les éléments nutritifs; nous avons fait dominer alternativement le sel ammoniac ou le phosphate de chaux, mais il nous a été impossible de constater un accroissement dans la richesse saccharine de nos betteraves. Nos meilleurs résultats ont toujours été obtenus à l'aide d'un mélange formé de poids égaux des trois éléments nutritifs; nous sommes loin d'affirmer cependant que ces proportions soient les plus avantageuses qu'on puisse employer : nous disons seulement que dans nos expériences de cette année, ce sont elles qui nous ont donné les meilleurs résultats.

» Nous arrivons actuellement à l'observation qui, par son importance, nous paraît dominer toutes celles qui précèdent.

» *Il résulte de nos expériences et de nos analyses que les betteraves soumises à nos différents modes d'alimentation ont conservé, dans leur développement, les qualités natives qu'elles tenaient de leur graine, c'est-à-dire de leur race.*

» Dans plusieurs de nos expériences, des betteraves à collet rose et des betteraves améliorées ont été soumises exactement aux mêmes conditions, même sol stérile, mêmes engrais donnés en quantités égales, et cependant, dans l'un des cas, tandis que la betterave à collet rose renfermait 7,5 pour 100 de sucre, la betterave améliorée en accusait 16,2; dans un autre où l'alimentation était plus azotée, la betterave à collet rose tombait à 5,5 pour 100 et la betterave améliorée à 13,4.

» Nous nous trouvons donc ici en présence d'un résultat d'expérience qui nous paraissait mettre nettement en lumière l'influence de la race sur la faculté saccharine de la betterave.

» Cette conclusion paraîtrait toutefois prématurée si elle ne s'appuyait que sur l'analyse des quatre betteraves précédentes provenant de nos cultures du Muséum, mais elle trouve une confirmation remarquable dans les expériences que M. Henri Vilmorin a bien voulu exécuter à Verrières d'après nos indications.

» Les racines qu'il y a cultivées provenaient de quatre porte-graines : deux appartenaient à la race améliorée, deux à la race blanche à collet rose; les racines issues de ces quatre ascendants ont été élevées comparativement dans des parcelles sans excès de fumure, puis, au contraire, dans d'autres terrains où elles ont reçu une fumure exagérée de nitrate de soude. L'un des lots provenant d'une famille améliorée par sélection depuis de longues années, et qui porte sur le catalogue de Verrières le n° 848, donna, sans excès de fumure, des racines d'une grande richesse, renfermant 18,5 pour 100 de sucre.

» La filiation de la seconde betterave améliorée, dite de l'Exposition, est étudiée depuis beaucoup moins longtemps : les graines donnèrent des racines d'une richesse moins constante; la moyenne des huit analyses exécutées est de 15,6; la plus riche renfermait 18 pour 100 de sucre; la plus pauvre 13,2.

» Les deux lots de racines à collet rose donnèrent des nombres plus faibles; la moyenne des six betteraves provenant du premier lot, qui porte le n° 32, est 12,24; celle du second (betterave dite de Verrières) est seulement de 10,91.

» Nous avons prié M. Henri Vilmorin de donner à ces betteraves des quantités considérables de l'engrais azoté salin qui est le plus répandu aujourd'hui; on employa 800 kilogrammes d'azotate de soude à l'hectare; ils furent donnés sans addition ou mélangés au contraire à des doses croissantes de superphosphate, 400, 800 et 1600 kilogrammes.

» Sous l'influence de cette fumure excessive, la richesse en sucre de toutes les betteraves fut diminuée, et c'est là une confirmation remarquable de nos observations de l'an dernier; mais elle le fut en quelque sorte proportionnellement à la valeur de leurs ascendants. En effet, si nous fondons en une seule moyenne les seize analyses exécutées sur des racines provenant de chacun des quatre porte-graines désignés plus haut, nous trouvons que la betterave (848) qui avait fourni sans fumure des racines à 18,5 pour 100 de sucre, n'en donna plus que 15,5; que la seconde betterave améliorée, qui avait fourni sans fumure des racines à 15,6 pour 100 de sucre, n'en fournit que 13,6; enfin que le collet rose (32) donnant sans fumure 12,24 ne fournit plus que des racines à 9,7 : que le collet rose (de Verrières) à 10,95 a donné des betteraves renfermant seulement en moyenne 8,8 pour 100 de sucre.

» La valeur du porte-graine, constatée par la richesse des betteraves cultivées avec une fumure légère, est donc encore sensible sur les betteraves qui ont reçu des fumures exagérées; le procédé de culture suivi a modifié la composition de la betterave, *mais il n'a pas rendu méconnaissable les caractères qu'elle tenait de ses ascendants*.

» C'est cette conclusion qui résume toutes les expériences que nous avons faites cette année; nous sommes heureux de reconnaître que nos observations s'accordent complétement avec celles que M. Peligot publie depuis longtemps sur la culture des betteraves et qui se rapportent à la sélection des graines.

» Ce n'est donc pas à l'épuisement du sol que l'agriculteur doit attribuer l'appauvrissement de ses betteraves, mais bien au mauvais choix de la graine et à l'emploi exagéré des engrais azotés. Il doit choisir avant tout des races pour ainsi dire *fixées* et présentant une constance de composition constatée par les analyses répétées des porte-graines et de leurs descendants, ainsi que l'a pratiqué si judicieusement Louis Vilmorin.

» Il est un dernier point sur lequel nous demanderons à l'Académie la permission d'appeler son attention, car il présente une grande importance au point de vue de la pratique agricole : nous avons reconnu que l'excès d'engrais azoté appliqué sur des betteraves de bonnes races diminue leur richesse saccharine sans doute, mais il leur laisse cependant de 15 à 13 pour 100 de sucre, et, en outre, il élève le rendement à l'hectare dans d'assez fortes proportions pour que leur culture devienne rémunératrice.

» Les chiffres obtenus à Verrières, où les racines sont l'objet de soins assidus, sont certainement plus élevés que ceux qu'on obtiendra en grande

culture; mais, cette réserve faite, il est remarquable que les betteraves améliorées qui donnaient 25 tonnes à l'hectare, avec une très-faible fumure, en ont fourni 50 avec les doses d'engrais indiquées plus haut; les collets roses, qui donnaient, sans nitrate, 55 tonnes, sont montés à plus de 100 000 kilogrammes; mais leur qualité avait beaucoup baissé et leur traitement, pour l'extraction du sucre, eût été peu avantageux pour l'un des lots, onéreux pour l'autre.

» En résumé, nos expériences de 1875 établissent les points suivants :

» 1° Des dissolutions salines, présentant des compositions identiques, agissent tout différemment sur les betteraves suivant que les racines plongent dans les dissolutions mêmes, ou suivant que celles-ci imprègnent un corps poreux.

» 2° En plaçant, dans des conditions de sol, d'engrais, d'arrosages identiques, des betteraves de races différentes, on obtient des racines de richesses très-différentes aussi.

» 3° Un excès d'engrais azoté abaisse la richesse saccharine de toutes les betteraves, mais celles qui proviennent d'une excellente race conservent encore une quantité de sucre telle, que leur traitement reste très-avantageux.

» 4° Un excès d'engrais azoté appliqué sur les betteraves des races améliorées élève leur rendement à l'hectare et rend leur culture rémunératrice; il élève aussi le rendement des betteraves à collet rose, mais il diminue leur teneur en sucre et les fabricants ne peuvent les traiter sans s'exposer à des pertes sérieuses.

5° Pour produire sur une surface donnée le maximum de sucre dans des conditions avantageuses à la fois pour le fabricant et pour le cultivateur, il faut donc s'attacher avant tout au choix judicieux de la graine. »

COSMOLOGIE. — *Expériences faites pour expliquer les alvéoles de forme arrondie que présente très-fréquemment la surface des météorites;* par M. **Daubrée.**

« La configuration extérieure des météorites, qui ont conservé leur surface originelle, est avant tout remarquable par sa nature fragmentaire, c'est-à-dire par sa ressemblance avec des polyèdres irréguliers, dont les arêtes auraient été émoussées. Il est un second fait qui a été également remarqué par tous les observateurs: c'est la présence très-fréquente de dépressions arrondies, d'une forme caractéristique, que l'on a depuis longtemps comparées à l'empreinte plus ou moins profonde que laisse un doigt

ou le pouce sur une pâte molle; aussi les a-t-on quelquefois désignées sous le nom de *coups de pouce* (fingerabdrücke); nous les désignerons ici sous le nom d'*alvéoles arrondies*.

» Il est très-remarquable que les cavités de ce genre se rencontrent dans les météorites de toutes sortes.

» Parmi les asidères, je citerai celles de la chute d'Orgueil.

» Pour les sporadosidères, on peut en voir de nombreux exemples, dans la collection du Muséum, ainsi que dans les figures qui ont été données d'un certain nombre d'entre elles : telles sont Salles (12 mars 1798), Charsonville (23 novembre 1810); beaucoup des échantillons des abondantes chutes de Knyhinya (9 juin 1868) (1) et de Pultusk (30 janvier 1868); Iowa ou Amana (12 février 1875), Goalpara ou Assam (1846), Tabor (3 juillet 1753), l'Aigle (26 avril 1803), Lissa (3 septembre 1813), etc.

» Le bel échantillon de la syssidère de Deesa que possède le Muséum présente, sur une partie de sa surface, une série de petites capsules des mieux caractérisées.

» Nulle part ce caractère n'est mieux prononcé que dans certains fers massifs ou holosidères; c'est ce que montre la masse de fer qu'on a vue tomber le 26 mai 1751, en Croatie, à Hraschina, près d'Agram. La description détaillée et précise de ces cavités qu'en a faite Schreibers (2) avec la figure qui l'accompagne en donne une excellente idée. Le fer météorique de Charcas, Mexique, dont le poids est de 780 kilogrammes, offre aussi de « nombreuses dépressions qui, par leur forme sensiblement circulaire, rappellent celle de petites *capsules* ou *coupes* ou *patères*. En outre, des dépressions serrées les unes contre les autres, au fond des cavités plus grandes, ressemblent par leur disposition et malgré la différence évidente d'origine, à celles des empreintes que font des gouttes de pluie tombant sur de l'argile » (3). Dans le fer de la rivière Orange (Afrique australe) décrit et figuré par M. Shepard et dont la forme primitive ne paraît pas avoir été altérée par une oxydation superficielle, ces dépressions arrondies et allongées sont très-remarquables (4). Il en est de même, d'après M. Boussingault, du fer météorique trouvé en 1810 à Santa-Rosa, en Colombie.

(1) Voir aussi les excellentes figures données par Haidinger de la principale météorite de Knyhinya et de celle d'Assam (*Bulletin de l'Académie de Vienne*, 1866 et 1869).

(2) *Beitrage zur kentniss meteorischer Stein und metal Massen*, 1820.

(3) *Comptes rendus*, t. LXIV, p. 637; 1867.

(4) *American Journal*, IIe série, t. XXI; mars 1856.

» D'après la manière dont se présentent, en général, toutes ces dépressions alvéolaires, elles paraissent s'être formées après que l'échantillon avait déjà sa forme générale, comme par un affouillement superficiel produit autour de centres d'action distincts.

» D'ailleurs la présence de ces cavités dans des masses de nature aussi différente que les fers et les pierres proprement dites, doit être caractéristique d'une circonstance par laquelle ces fragments ont passé, avant de parvenir à la surface de notre globe; aussi mérite-t-elle l'attention, peut-être au même titre que la croûte qui les enveloppe.

» Quelle peut en être la cause?

» Si l'on applique une chaleur brusque et intense sur un échantillon de quartzite, en dirigeant sur lui le dard de la flamme, d'un chalumeau à gaz oxygène et hydrogène, il se détache instantanément de sa surface de nombreuses esquilles qui sont projetées jusqu'à plusieurs décimètres de distance avec un pétillement prononcé. Le quartz se comporte alors comme certaines variétés de charbon de bois, dès qu'on en soumet un morceau au chalumeau. En profitant de cette sorte d'exfoliation, j'ai pu creuser dans un échantillon de quartzite des Alpes, de la variété la plus dure, un trou cylindrique de 6 centimètres de profondeur (1).

» Il paraissait naturel de chercher la cause des dépressions alvéolaires des météorites dans un éclatement qui se serait produit vers la surface de ces corps, lorsqu'ils ont été brusquement surpris par la chaleur, au moment de leur entrée dans l'atmosphère terrestre. C'est d'après cette donnée que j'ai d'abord essayé de les imiter, au moyen de l'application subite du chalumeau gaz oxyhydrique et en opérant sur diverses roches, trachyte, lherzolite, roches météoritiques. Mais, dans chacun de ces cas, il ne s'est produit qu'une vitrification autour du point d'application du dard, sans qu'il se soit détaché d'esquilles.

» Avant de renoncer à ce mode d'expériences, il m'a paru opportun de profiter de l'énorme température produite dans les fours à dôme, au Conservatoire des Arts et Métiers, où l'on fondait le platine en quantité considérable, afin de fabriquer les étalons du mètre. En laissant tomber les roches par l'orifice du dôme, sur la surface incandescente du platine, au moment où il venait de solidifier, on n'a pas mieux réussi. Chaque échantillon s'est simplement enveloppé d'une croûte fondue. Pour le granite, on

(1) *Annales des Mines*, t. XIX, p. 23; 1861.

a en outre constaté, comme on l'avait fait précédemment (1), que cette roche se désagrége tout à fait.

» Il fallait donc recourir à un autre genre d'action.

» Quand un canon chargé de poudre de gros calibre est tiré, il tombe souvent, devant la bouche à feu, des grains de poudre, qui sont en partie comburés. La surface de beaucoup de ces grains est extrêmement creusée d'alvéoles, plus ou moins régulières, qui ressemblent à celles qui sont si fréquentes à la surface des météorites. Je dois l'un de ces grains de poudre alvéolaires à l'obligeance de M. Maskelyne, et une série d'autres à celle de M. le général de division Frébault, qui a bien voulu les faire venir du polygone d'expériences de Gavre, près de Lorient.

» L'extinction de ces grains de poudre doit être attribuée, ainsi que cela résulte des expériences de M. Bianchi sur la combustion de la poudre dans le vide, au refroidissement causé par le passage subit de la pression très-forte qui existe dans la pièce à la pression ordinaire (2).

» En examinant ces grains, il est impossible de ne pas être frappé de la ressemblance d'aspect de la surface avec celle des météorites. Ces dernières sont également noires et mates, par suite de la croûte qui les enveloppe, et si l'on place ces grains de poudre à côté de petites météorites de même dimension, par exemple de la chute de Pultusk qui en a produit des milliers, il est difficile, même pour un connaisseur, de les distinguer d'après leur seul aspect.

» A raison de la ressemblance complète dont il vient d'être question, il était intéressant, pour l'histoire des météorites, de connaître d'une manière plus précise la cause de ces excavations alvéolaires.

» Pour cela j'ai eu recours à l'obligeance de M. Bianchi et au très-ingénieux appareil dont il est l'auteur; on sait que la poudre placée dans le vide et portée au rouge à sa surface par un courant voltaïque s'y décompose avec incandescence, sans déflagrer. Un grain sphérique de poudre, d'un diamètre de $0^m,012$ et emprisonné dans une cage de platine, étant ainsi placé dans le ballon vide d'air, a brûlé lentement et en provoquant à sa surface des mouvements gazeux énergiques qui se manifestent par des

(1) *Annales des Mines*, 5e série, t. XIX, p. 23, 1861.

(2) M. le capitaine Castan a constaté qu'à conditions égales les alvéoles sont d'autant plus profondes que la densité est plus faible; tandis que, dans les conditions où M. Castan a opéré, elles sont très-prononcées dans les grains de 1,775 de densité; elles deviennent à peu près nulles dans les grains de 1,840 ou plus.

tourbillons gris opaques. Quoiqu'on opère dans le vide, les gaz, au moment où ils se développent, doivent causer une pression considérable sur la surface du grain incandescent; c'est analogue, à l'intensité près, avec ce qui arrive lors de l'explosion de la dynamite. Si l'on arrête la combustion, le résidu offre des surfaces très-irrégulièrement arrondies où l'on observe, çà et là, des cavités alvéolaires. Le résidu observé dans sa cassure a d'ailleurs conservé son aspect. Quant à sa surface, elle est comme chagrinée par l'effet d'une fusion superficielle qui a formé une sorte de croûte (1). Tandis que la surface est en ignition, les parties inférieures, celles mêmes qui sont très-proches de la surface, sont restées froides : le soufre ne s'y est pas même fondu.

» Ce sont encore des analogies avec les conditions que présentent les météorites, lorsqu'à leur entrée dans notre atmosphère elles deviennent incandescentes à leur surface sans s'altérer dans leur intérieur, comme cela est manifeste, par exemple, pour les météorites de la chute d'Orgueil dont la nature est très-facilement altérable par la chaleur et pour celle de l'Inde, dans la cassure de laquelle on a reconnu une température encore glaciale, au moment de son arrivée sur le sol.

» La cause des excavations de poudre a été attribuée à un défaut d'homogénéité des grains (2); il n'en est pas ainsi, puisque la texture globulaire n'y préexiste pas.

» Pour voir, dans d'autres conditions, la manière dont les gaz, sous forte pression, peuvent affouiller, on a placé dans l'éprouvette à poudre de M. le commandant Sebert, au-dessus de la charge, des morceaux de zinc de forme ovoïde. Après la décharge déterminée par l'étincelle électrique, qui a produit une pression intérieure dépassant 1000 atmosphères, chacun de ces morceaux de zinc est complétement modifié dans sa forme et dans l'état de sa surface : au lieu d'être unie comme elle l'était primitivement, cette surface est creusée en tous sens, par des sillons irréguliers qui expriment clairement la force des courants gazeux auxquels ce zinc a été soumis pendant un temps très-court. Çà et là, il s'y trouve aussi des cavités alvéolaires. Ces érosions ont été évidemment très-facilitées par la volatilisation du zinc à la température élevée à laquelle ce métal était soumis.

---

(1) De plus, on trouve, à la partie inférieure du ballon, de la poudre sous forme de globules arrondis ayant environ 1 millimètre de diamètre et au-dessous, qui paraissent consister en poudre fondue. Ces globules sont creux et à l'état vésiculaire.

(2) Mémoire présenté par M. le capitaine Castan.

» Des expériences, qui ont été faites dans le même appareil, sur des météorites, ont donné des résultats intéressants à un autre titre; mais je dois attendre, pour les présenter à l'Académie, qu'ils soient plus complets.

» On sait qu'à une augmentation de pression correspond toujours pour la poudre une augmentation de vitesse de combustion; de faibles différences de pression ont une influence si marquée sur le phénomène qu'il a même été proposé (1) de s'en servir pour mesurer des hauteurs de montagnes, comme à l'aide du baromètre. Aussi ne peut-on prétendre à imiter ce qui s'est produit sous des pressions très-considérables, tant qu'on opère à la pression ordinaire; c'est ainsi que, avec le chalumeau à gaz oxyhydrique agissant sur les feuilles de tôle, on a pu en oxyder la surface de manière à en détacher des pellicules et y produire de faibles dépressions; mais ces dépressions n'offrent que bien peu de ressemblance avec celles qui nous occupent.

» D'après les résultats d'expériences qui viennent d'être signalés, la surface alvéolaire des météorites peut s'expliquer comme il suit.

» Quand ces corps entrent dans l'atmosphère de notre globe, ils sont animés d'une vitesse énorme, de 20 à 30 kilomètres à la seconde, c'est-à-dire de l'ordre de celle des planètes dans leurs orbites. Les pressions considérables auxquels ils sont alors soumis de la part de l'air qu'ils frappent en déterminent toujours l'incandescence et la fusion superficielle. La partie de cette sorte de projectile qui, à un moment donné, est située à l'avant refoule l'air et le comprime très-fortement, de telle sorte que cet air est agité par des mouvements gyratoires énergiques. En tourbillonnant ainsi sous de telles pressions, l'air tend à tarauder, comme nous le voyons dans plusieurs des expériences précitées. Cette action mécanique est, en général, accompagnée et renforcée d'une action chimique due à la nature combustible des roches météoritiques à ces hautes températures.

» Quand la masse est entièrement métallique (holosidères et syssidères), elle reçoit sur des points voisins, simultanément ou successivement, de l'air très-comprimé, et se mouvant en tourbillon, qui doit énergiquement activer la combustion autour de certains points, et, par suite, tarauder autour de ces centres d'ignition, tout à fait comme les gaz comprimés à environ 1000 atmosphères le font à l'égard du zinc métallique qui est exposé à leur action. Un effet semblable doit se produire sur les météorites pierreuses (sporadosidères) qui, au milieu des silicates qui les consti-

(1) Par M. de Saint-Robert.

tuent, renferment des grains de fer métallique, ainsi que du sulfure de fer ou troïlite, qui sont également très-combustibles. Les météorites charbonneuses et d'autres asidères renferment également des parties assez faciles à brûler pour aider à l'affouillement.

» D'ailleurs, la texture globulaire si fréquente dans le plus grand nombre des météorites pierreuses, a pu, dans certains cas, aider l'érosion, les gaz pénétrant sous certains globules et les arrachant, comme l'outil le fait pour une dent.

» C'est ainsi qu'on peut s'expliquer la similitude des conditions par lesquelles ont passé, d'une part, les météorites, lors de leur entrée dans notre atmosphère, d'autre part, les grains de poudre incomplétement comburés qui tombent devant la bouche d'un canon, ou les globules de zinc burinés par les gaz sous pression. Les météorites renferment rarement du carbone comme celles d'Orgueil; mais, au lieu des éléments combustibles de la poudre, elles en renferment d'autres, notamment le fer métallique et le sulfure de fer ou troïlite, non moins susceptibles de brûler dans de telles conditions. Des gaz très-fortement comprimés, et animés de mouvements gyratoires violents, les ont affouillés par une action à la fois mécanique et chimique. C'était comme des coups de dard du chalumeau, agissant à des pressions de plusieurs centaines d'atmosphères : de là, des excoriations ou affouillements, dont l'analogie de cause ressort de l'identité des effets pour ces divers corps. Ce sont des témoins des grandes pressions accompagnées de tourbillons que les masses ont subies pendant quelques instants, par suite de leur énorme vitesse.

» Les arêtes du fragment primitif, si elles étaient angulaires, ont dû être émoussées dans les mêmes circonstances.

» Enfin les poussières et vapeurs produites par ces affouillements ont dû contribuer à produire ces traînées de fumées qui marquent dans l'atmosphère la trajectoire des météorites et persistent quelquefois assez longtemps, même pendant plusieurs heures, après leur passage. »

SÉRICICULTURE. — *Note sur le grainage cellulaire, pour la préparation de la graine de vers à soie;* par M. L. PASTEUR.

« Je viens de recevoir de M. Porlier, directeur de l'Agriculture au Ministère de l'Agriculture et du Commerce, sur l'invitation qui lui en a été faite par M. Teisserenc de Bort, ministre de ce département, la copie d'un rapport du consul de France au Japon, sur le commerce d'exportation des

graines de vers à soie. Ce document officiel constate que « ce commerce » tend à disparaître, parce que les excellents résultats donnés par le sys» tème Pasteur ont permis aux éleveurs européens de produire eux» mêmes leur graine.

» Les graineurs français (pour ne citer que ces derniers) n'ont fait tim» brer au consulat que 109000 cartons en 1875, contre 277700 en 1874 » et 384000 en 1873. »

» M. le directeur de l'Agriculture a pris la peine de corroborer les affirmations de notre consul par un relevé des importations d'œufs de vers à soie du Japon, d'après les tableaux des douanes qui établissent que, de 1869 à 1875, les importations allant en sens inverse de l'application de plus en plus étendue du procédé de grainage dont il s'agit, ont diminué dans le rapport de $4\frac{1}{2}$ à 1.

« Le développement chaque jour plus considérable du grainage cellulaire que l'on doit à vos précieuses découvertes, ajoute en terminant M. Porlier, serait donc en effet la cause du ralentissement de l'importation, et je suis heureux de pouvoir, en cette circonstance, vous fournir un document établissant le service que vous avez rendu à la fortune publique. »

» J'ai pensé que ce serait de ma part un acte de fausse modestie que de ne pas rendre publics ces faits et les jugements qui les consacrent. J'ai préjugé également que l'Académie serait heureuse, à son tour, d'apprendre le succès croissant de travaux qu'elle a vu naître et auxquels elle a toujours porté un grand intérêt, malgré les vives et nombreuses contradictions qui les ont accueillis à leur début. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Communication relative aux triturateurs et aux concasseurs du système Anduze*; par M. **H. Resal**.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie, de la part de M. Anduze, un certain nombre de spécimens des produits pulvérulents et concassés qu'il obtient avec les appareils qu'il a imaginés, et dont voici la nomenclature :

Farine; son.
Maïs tout venant; maïs concassé.
Paille pour bestiaux.
Féverolles concassées.
Écorce de chêne concassée et broyée.
Liége.
Graine de lin.
Summac de Sicile et de France.
Bois de teinture.
Curcuma.
Chiffon de fil.
Papier broyé à sec.
Cuir à l'état naturel et desséché.
Os crus et dégélatinés.
Corne de bœuf.
Caoutchouc.

Minerai de fer.
Minerai de plomb argentifère.
Tournure de fonte.
Bitume.
Schiste.
Houille.
Ciment.
Brique.
Phosphate du Midi.
Blanc de Meudon.
Bitartrate de potasse.
Mica du Japon.
Verre.
Quartz concassé, employé comme sable dans la construction des fortifications et des ports de mer.

» Les résultats obtenus par M. Anduze, avec des matières de dureté et de ténacité si diverses, m'ont paru dignes de l'attention de l'Académie, et j'ose espérer qu'elle voudra bien accepter, pour ses collections, les échantillons que j'ai l'honneur de lui soumettre.

» Les appareils de M. Anduze forment deux catégories :

» 1° Les *triturateurs*, qui ont pour objet de réduire la matière en poudre plus ou moins fine.

» Un triturateur se compose, en principe, de deux couronnes verticales en fonte placées l'une en regard de l'autre; la première est fixe, et la seconde est mobile autour d'un axe horizontal. Ces couronnes sont munies de saillies pyramidales à bases carrées ou rectangulaires. Les dimensions de ces saillies vont en diminuant à mesure que l'on s'approche de la circonférence extérieure de la couronne. Les saillies sont combinées de manière que celles de la couronne mobile puissent circuler dans les intervalles des dents de la couronne fixe, lors même que les deux couronnes sont en contact.

» En rapprochant plus ou moins les couronnes l'une de l'autre, on obtient une ténuité plus ou moins grande de la matière élaborée.

» Je mets d'ailleurs sous les yeux de l'Académie une paire de disques de triturateurs.

» 2° Les *concasseurs*. — Chacune de ces machines se compose de douze marteaux en acier, fixés solidement à l'aide de clavettes dans un plateau mobile autour d'un axe horizontal. Ces marteaux, qui traversent le disque, passent successivement dans des ouvertures pratiquées dans deux plaques en acier, disposées à droite et à gauche de la machine, et c'est dans ce passage qu'ils brisent la matière qui s'écoule de deux trémies disposées en conséquence.

» Le plateau fait de 400 à 800 tours par minute selon la grosseur des fragments jetés dans la trémie.

» J'ai vu transformer en ballast des fragments de granit de 1 décimètre cube.

» La proportion de matières pulvérulentes obtenue n'atteint pas 10 pour 100, chiffre inférieur de $\frac{1}{3}$ à la limite de tolérance admise dans les travaux publics. Je crois que cette machine est appelée à supprimer le travail aussi primitif que peu économique des casseurs de pierres. »

VITICULTURE. — *Des moyens de reconstituer les vignes dans les contrées où elles ont été détruites par le Phylloxera;* par M. H. Marès.

« J'ai déjà applé l'attention de l'Académie sur un ensemble de faits, qui peut être considéré comme fondamental dans l'histoire de la maladie des vignes phylloxérées, à savoir : « que la culture exerce sur la vigne une » action directe, favorable à la multiplication du Phylloxera,...; que les » vignes sauvages et celles qui croissent spontanément dans les terrains » incultes, ou n'ont pas le Phylloxera, ou ne paraissent pas en souffrir, » quoiqu'elles ne soient à proximité de vignes cultivées, détruites par cet » insecte, en totalité ou en partie, par exemple dans la Creuse, que les » treilles moins ravalées par la taille que les vignes en souche, et, plantées » dans les cours des habitations en sol toujours ferme, où leurs racines » s'étendent au loin librement, souffrent peu ou point du Phylloxera (1). »

» Depuis cette époque, j'ai observé les mêmes faits dans une foule de localités, et notamment aux environs de Montpellier dans les terrains qui dépendent de mes cultures. J'ai pu les étudier de plus près, et, comme ils se reproduisent avec la même régularité que ceux dont j'ai été le témoin en 1868, 1869 et depuis, ils m'ont paru mériter une attention particulière et pouvoir servir de point de départ à l'emploi de méthodes culturales fort simples, qui permettraient de replanter les vignes partout où elles ont été détruites à la suite de l'invasion du Phylloxera.

» Il n'est pas difficile de démontrer que la culture, telle qu'on la pratique actuellement, favorise la multiplication du Phylloxera et qu'elle livre la vigne à ses attaques, mais il importe de s'en rendre compte. En effet, la vigne est généralement établie dans un sol défoncé, sur lequel on répartit les ceps en nombre plus ou moins considérable, mais de manière à l'occuper entièrement en superficie et en profondeur.

» La vigne est ensuite taillée, rapetissée, mutilée, formée en souches basses; on provoque ainsi l'émission d'un chevelu abondant et de nombreuses racines succulentes, qui se croisent et s'entrecroisent de toutes

(1) *Comptes rendus*, n° du 15 décembre 1873.

parts, et, sur une épaisseur variable, les chevelus étant plus rapprochés de la surface, et les racines les plus grosses des profondeurs.

» Elles forment ainsi une couche souterraine et continue, tantôt mince, tantôt épaisse selon la nature et la fertilité du terrain, dans lequel le Phylloxera trouve des ressources de tout genre, tandis que la surface du sol, toujours ameublie, le met en communication facile et constante avec l'atmosphère. On ne peut imaginer un ensemble de conditions plus favorables au développement, à la multiplication et à la propagation du Phylloxera.

» Dès qu'il pénètre dans un pareil milieu, l'insecte s'en empare pour ne plus le quitter et se répand partout : c'est l'affaire de quelques jours ou de quelques mois, selon les terrains, ou selon la résistance de la vigne.

» Après s'être établi d'abord à l'état *latent,* c'est-à-dire sans qu'aucun symptôme permette encore de reconnaître sa présence, il ne devient apparent sur les points d'attaque que lorsque la vigne y est déjà frappée à mort. Comme, jusqu'à présent, on n'a encore trouvé aucun moyen pour l'empêcher de se propager dans les vignobles cultivés, il arrive très-vite à en occuper le sol entier à la fois *en surface et en profondeur,* comme la vigne elle-même.

» Si tous les efforts ont échoué contre lui sur des points d'attaque restreints, à plus forte raison sur des surfaces, alors il est inexpugnable et semble renaître et se reproduire avec d'autant plus d'énergie qu'on s'efforce de le mieux exterminer.

» Il circule facilement dans ce milieu souvent ameubli par les labours; il y trouve la consistance de terrain nécessaire à ses évolutions, les racines tendres et les radicelles ainsi que les chevelus, qui favorisent plus particulièrement la production du Phylloxera ailé. Il foisonne et se multiplie ainsi à l'infini, soit sur place, soit à proximité, soit à grande distance.

» Le Phylloxera persiste donc tant qu'il trouve des éléments de reproduction, et, comme il exerce sur la vigne une action physiologique profonde, en gangrenant rapidement ses racines, il l'étiole et la fait mourir. Elle périt ainsi sous les coups d'un ennemi qui trouve dans le système même qu'on applique à la planter et à la cultiver les principales ressources de sa multiplication et de ses attaques.

» A côté de nos vignobles, et dans les mêmes terrains, il existe, pour ainsi dire partout, des ceps de vigne provenant de variétés sauvages ou cultivées qui croissent en sol inculte, et dont l'immunité phylloxérique a sou-

vent attiré l'attention des observateurs. Dès 1868 et 1869, je les signalais comme présentant un intérêt particulier. Non-seulement ils se maintiennent, végètent et fructifient à côté des vignes ravagées, mais il en est de même de ceux qui, situés sur les bords des pièces phylloxérées, le long des chemins battus et des terrains gazonnés, partout, en un mot, où ils peuvent enfoncer leurs racines, dans un terrain toujours ferme, y trouvent aussi des conditions de conservation.

» La nature met ainsi sous nos yeux, et souvent dans les mêmes sols, les vignes cultivées qui meurent et les vignes incultes qui résistent.

» J'en possède des exemples nombreux dans les terrains de coteaux pierreux (garrigues) qui forment généralement, dans le Midi méditerranéen, les pâturages des bêtes à laine, et dont quelques parties sont plantées en vigne.

» Certaines parcelles de ces vignes sont, depuis cinquante ans environ, abandonnées à elles-mêmes. Les souches n'y sont pas mortes; elles végètent encore vigoureusement, et cependant, à quelques mètres d'elles, les mêmes variétés (Aramons, Carignanes, Tersets, Espirans, Piquepouls, etc.) à l'état de culture sont dévastées et périssent sous les atteintes du Phylloxera. Quand ces souches abandonnées sont taillées et garanties de la dent du bétail, elles se remettent à point et poussent de beaux sarments. On ne trouve pas de Phylloxera sur leurs racines.

» J'ai cité plus haut les vignes sauvages vulgairement désignées sous le nom de *Lambrusques*, qui croissent en immenses quantités dans les broussailles, sur les bords des cours d'eau, et dans les bois taillis des terrains les plus secs et les plus arides; elles sont dans un état normal de végétation et de fructification et sans Phylloxera sur leurs racines, tandis que, à peu de distance, les vignes cultivées périssent phylloxérées.

» Il en est de même des treilles en sol toujours raffermi et battu. On les a conservées en Provence et en Languedoc, dans une foule de localités d'où la vigne cultivée a, pour ainsi dire, disparu.

» Les causes de la préservation de ces vignes ne résident ni dans la nature du cep ni dans celle du sol, qui sont les mêmes dans une foule de cas et notamment dans mes garrigues.

» Elles me paraissent dépendre principalement de l'état du terrain dans lequel végète la vigne. Cet état, c'est le raffermissement, le tassement et la compression qui se produisent à la surface, soit artificiellement par une cause mécanique, soit naturellement par l'inculture, ou par une végétation herbacée analogue à celle qui forme le gazonnement. Alors la circula-

tion de l'insecte dans les couches du sol et la sortie de terre par la superficie rencontrent des obstacles nombreux. De plus, en pareil terrain, quand les ceps sont suffisamment espacés, les communications de l'un à l'autre sont moins faciles ou sont supprimées. Les racines restent plus fibreuses, plus coriaces et perdent les chevelus tendres et succulents dont s'alimentent les Phylloxeras destinés à prendre des ailes.

» Quoi qu'il en soit, cet ensemble de dispositions paraît s'opposer aux évolutions de l'insecte radicicole, le seul dont les vignobles subissent, en France, les ravages, évolutions pour lesquelles les surfaces ameublies paraissent être nécessaires.

» En prenant pour base les faits que je viens d'exposer, il me paraît facile d'arriver à reconstituer des vignes dans les localités phylloxérées.

» Il faudra, dans ce but, renoncer à cultiver les ceps en ameublissant entièrement la surface du sol et en les rapprochant de manière à faciliter entre eux la communication des racines. On cherchera, au contraire, à localiser les points sur lesquels on les plantera en les séparant par des bandes, suffisamment larges, de terrain tassé, raffermi, battu, soit artificiellement, soit par le gazonnement, soit par l'inculture. Dans ces conditions, on établira la plantation des ceps comme celle des arbres destinés à atteindre d'assez grandes dimensions. Leur espacement devra les rendre toujours facilement accessibles à toutes les époques de l'année, et on les constituera en leur donnant une force de végétation et un développement de forme suffisants.

» Ces conditions ont été réalisées dans les vignes que j'ai établies d'après les idées que j'expose, en espaçant sur le terrain de jeunes plants bien racinés à 3, 4 ou 5 mètres les uns des autres. (L'expérience démontrera les distances qu'il conviendra d'adopter de préférence.) Ils ont été plantés dans des trous de 1 à 2 mètres cubes de capacité, comme ceux qu'on destine aux grands végétaux, et garnis ensuite de terre bien engraissée.

» Dans les coteaux arides ou rocheux, le sol restera inculte. Le siége du cep ayant été suffisamment enrichi, il fournira aux exigences d'une vigoureuse végétation.

» On formera chaque sujet, selon le développement qu'il pourra prendre, en treille traînante à plusieurs bras.

» Les ceps ainsi constitués devront être souvent visités, et le point de plantation battu et raffermi; les herbes adventives les plus rapprochées seront seules coupées sans que la terre soit fouillée.

» Si la vigne est attaquée, ce qui est peu probable, il sera facile de traiter chaque cep et d'y saisir le Phylloxera. Chacun d'eux étant isolé, on n'a plus à traiter les grandes étendues en surface et en profondeur contre lesquelles on échoue.

» L'emploi des sulfocarbonates devient alors d'une application peu coûteuse et d'une efficacité sûre, parce qu'il pourra être fait en tout temps et être renouvelé aussi souvent qu'on le voudra.

» Dans les sols riches et assez profonds, le grand espacement des ceps permettra de leur adjoindre d'autres cultures; l'expérience fera connaître celles auxquelles on pourra avoir recours avec le plus de succès et dans quelle mesure, sans compromettre l'existence de la vigne et le produit qu'on en attend.

» Il n'est pas probable que, dans les conditions nouvelles que je propose, les récoltes de vin soient comparables en quantité à celles qu'on obtient par les méthodes actuelles, mais elles n'en constitueront pas moins encore une ressource importante.

» En admettant qu'elles se réduisent au tiers ou à la moitié, on devra considérer que les frais de culture seront moindres; que, l'abondance des produits diminuant, les prix moyens seront plus élevés, et que, dans la situation où l'on se trouve aujourd'hui, il faut choisir, après avoir vu périr les vignes, entre l'alternative de ne plus faire de vin ou celle d'en faire encore, ne serait-ce que le tiers de ce qu'on faisait avant l'invasion du Phylloxera. D'ailleurs, si cet insecte venait à disparaître, ou si l'on trouvait un moyen pratique et peu coûteux de le combattre, rien n'empêcherait de compléter la plantation que j'ai décrite et de la faire rentrer dans le cadre des plantations actuelles.

» Les méthodes de la compression ou du raffermissement permanent du sol et de l'isolement des ceps devront s'appliquer plus particulièrement aux vignobles à constituer dans les contrées ravagées par le Phylloxera et dans celles qu'il menace à court terme. On pourra ainsi reprendre la culture des vignes partout où on le voudra, particulièrement dans les coteaux et dans les sols peu fertiles qui donnent les meilleurs vins; on y conservera nos cépages indigènes, dont la perte eût été irréparable.

» Mais dans quelle mesure pourra-t-on appliquer ces méthodes à la conservation de nos vignobles actuels? C'est une question qui me paraît distincte de celle que je viens d'exposer et qui mérite d'être examinée séparément.

» Dans tous les cas, elle se rattache au problème général de la recherche

des moyens propres à mettre la viticulture à l'abri du Phylloxera, problème qui reste toujours posé avec le caractère d'urgence et de nécessité que lui donnent les grands intérêts qui en dépendent. »

M. P. Gervais fait hommage à l'Académie des trois premières livraisons de la seconde série de l'ouvrage publié par lui sous le titre de *Zoologie et Paléontologie générales*.

Il y expose les caractères d'un des derniers naturels de la terre de Diemen; donne la description de l'*Oreopithecus Bambolii*, qu'il fait suivre de remarques sur les Mammifères fossiles de l'Italie, et traite ensuite des animaux de la même classe dont les ossements accompagnent les dépôts de chaux phosphatée dans les départements du Tarn-et-Garonne et du Tarn; quelques pages sont aussi consacrées à l'*Euplère*, carnivore particulier à la faune de Madagascar, dont on avait d'abord fait un genre de l'ordre des Insectivores.

Ce travail est accompagné de douze planches.

« M. de Lesseps rend compte de ses observations pendant son dernier voyage en Égypte :

» 1° Sur le maintien de la rade extérieure de Port-Saïd, par le travail d'une drague marine;

» 2° Sur les courants dans le canal maritime;

» 3° Sur l'influence qu'exerce le canal maritime en ce qui concerne les pluies et la végétation;

» 4° Sur l'étude de la géographie ancienne de l'isthme de Suez.

» Ces diverses questions feront l'objet d'une Note que M. de Lesseps compte rédiger et remettre à l'Académie. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Associé étranger, en remplacement de Sir *Ch. Wheatstone*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 44,

M. de Baer obtient.	37	suffrages.
M. W. Thomson.	4	»
M. Bunsen.	2	»
M. Stokes.	1	»

M. DE BAER, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation de M. le Président de la République.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le concours pour le grand prix des Sciences mathématiques, à décerner en 1876. (*Déduire d'une discussion nouvelle, approfondie, des anciennes observations d'éclipses, la valeur de l'accélération séculaire apparente du moyen mouvement de la Lune. Fixer les limites de l'exactitude que comporte cette détermination.*)

MM. Puiseux, Le Verrier, Faye, Lœwy, Liouville réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Bertrand et Yvon Villarceau.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le concours pour le grand prix des Sciences Mathématiques, à décerner en 1876. (*Théorie des solutions singulières des équations aux dérivées partielles du premier ordre*).

MM. Puiseux, Hermite, O. Bonnet, Bouquet et Bertrand réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Chasles et Liouville.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le concours relatif à l'application de la vapeur à la marine militaire pour l'année 1876.

MM. Dupuy de Lôme, Amiral Pâris, Amiral Jurien de la Gravière, Général Morin, Resal réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Phillips et Tresca.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de décerner le prix Poncelet, pour l'année 1876.

MM. Phillips, Resal, Bertrand, O. Bonnet, de la Gournerie réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Chasles et Rolland.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Com-

mission qui sera chargée de juger le concours au prix de Mécanique (fondation Montyon), à décerner en 1876.

MM. Rolland, Général Morin, Phillips, Resal, Tresca, réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. de Saint-Venant et Dupuy de Lôme.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le concours au prix Plumey, pour l'année 1876.

MM. Dupuy de Lôme, Rolland, Amiral Pâris, Amiral Jurien de la Gravière, Resal réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Phillips et Tresca.

MÉMOIRES LUS.

MÉDECINE OPÉRATOIRE. — *Note relative à un fait de gastrotomie pratiquée pour extraire un corps étranger (fourchette) de l'estomac;* par M. L. **Labbé.**

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

« Les cas de corps étrangers pénétrant dans l'estomac sont nombreux et ont donné lieu à diverses tentatives chirurgicales, dont les résultats, quoique publiés avec des renseignements peu circonstanciés, paraissent avoir été plusieurs fois heureux. J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie un fait de ce genre, pouvant présenter un certain intérêt au point de vue de la Médecine opératoire.

» Le 30 avril 1874, le nommé Lausseur, âgé de 18 ans, ingurgita une fourchette en ruolz dont il maintenait les pointes avec les dents. A plusieurs reprises, il avait pu le faire impunément; mais, dans un mouvement provoqué par une plaisanterie d'un de ses camarades, il laissa échapper la partie qu'il retenait, et le corps étranger s'enfonça profondément dans le pharynx. Ses amis effrayés essayèrent de saisir la fourchette avec leurs doigts; mais en vain. Mon ami le Dr Lepère, qui n'a cessé de donner, avec moi, ses soins au malade, fut appelé, et, à l'aide d'une longue pince à polype, saisit les dents de la fourchette; mais, dans un moment de très-vive douleur, Lausseur le repoussa brusquement, et le corps étranger s'enfonça plus profondément dans l'œsophage. Immédiatement apparurent les symptômes d'asphyxie les plus alarmants, qui cessèrent aussitôt que la fourchette eut dépassé le niveau du larynx et de la trachée. Un bien-être succéda à l'angoisse et permit de penser que le corps étranger était arrivé dans l'estomac.

» Je vis Lausseur quelques instants après; il ne souffrait plus et acceptait fort gaiement

sa nouvelle situation. Cherchant à m'assurer de la présence de la fourchette dans l'estomac, à l'aide d'un instrument explorateur, à renforcement du son, imaginé par M. Collin, fabricant d'instruments de Chirurgie, j'obtins un résultat positif.

» Au bout de quinze jours, Lausseur fut pris brusquement d'accidents gastriques, s'accusant sous la forme de douleurs des plus intenses et s'accompagnant de syncopes répétées. Au bout de vingt-quatre heures, lorsque cette crise fut calmée, apparut une tuméfaction assez considérable, correspondant au point occupé par la grosse tubérosité de l'estomac; puis la fin de chaque repas fut signalée par des douleurs assez vives.

» A partir de ce moment, le malade présenta des alternatives de bien-être complet et des souffrances modérées, et, dans le courant du mois de juin, il se décida à rentrer en Bourgogne. Pendant son séjour dans sa famille, il éprouva des alternatives de douleurs qui duraient quinze jours environ, et l'obligeaient à se tenir presque courbé en deux et à se coucher sur le côté gauche. L'intervalle de bien-être n'était que de huit jours.

» En juin 1873, il alla à Lyon demander quelques conseils et y séjourna pendant un mois. Revenu en Bourgogne, ses souffrances ayant presque complétement disparu, il rentra à Paris au mois d'octobre, reprit ses occupations pendant six semaines; mais les accidents se renouvelèrent et prirent une intensité plus grande. La santé générale de Lausseur fut assez profondément atteinte, et son moral s'affecta profondément. Il vint me demander si je croyais pouvoir intervenir chirurgicalement sans lui faire courir de dangers pour sa vie. A l'aide de certaines manœuvres très-précises, Lausseur faisait saillir les dents de la fourchette à la limite de l'hypocondre et de l'épigastre, de telle façon qu'on pouvait les sentir très-nettement à travers les parois de l'abdomen, lorsque l'estomac était distendu par les aliments. Ce phénomène ne me laissait aucun doute sur la présence du corps étranger dans l'estomac et sur la constance de la position qu'il avait occupée depuis le début des accidents. Une intervention chirurgicale avait des chances nombreuses de succès. Je ne voulus cependant rien tenter sans avoir pris l'avis de mes savants et vénérés maîtres, M. le professeur Gosselin et M. le baron Larrey, qui voulurent bien s'associer aux soins que je devais donner à Lausseur. Après un examen minutieux, il fut arrêté que nous procéderions à l'extraction du corps étranger.

» J'avais le choix entre deux méthodes : 1° l'emploi des caustiques, dans le but de déterminer des adhérences entre la paroi profonde de l'abdomen et l'estomac; 2° la gastrotomie avec le bistouri.

» D'un commun accord, nous nous arrêtâmes à l'idée de faire usage des caustiques, espérant amener des adhérences de dehors en dedans, analogues à celles qui se sont produites plusieurs fois de dedans en dehors dans des cas de corps étrangers de l'estomac. Malgré de nombreuses applications de caustique de Vienne et de pâte de Canquoin, il ne se produisit aucune adhérence. Les applications de caustiques ont été faites en deux endroits différents. Une première fois, j'avais pris pour guide le point au niveau duquel on sentait les parties saillantes de la fourchette; mais des recherches cadavériques nombreuses me prouvèrent que ce point de repère était trop mobile et trop inconstant.

» Je me décidai à laisser cicatriser la plaie résultant des premières cautérisations, et je résolus dès lors d'appliquer le caustique en un *lieu d'élection* offrant les conditions les plus favorables pour substituer, en cas de non-adhérence, l'action du bistouri à celle des caustiques.

» L'estomac n'est accessible à l'action chirurgicale que par une partie de sa face antérieure, dans un espace triangulaire à base inférieure, dont les côtés sont formés d'une part par le lobe gauche du foie, et d'autre part par le rebord des fausses côtes gauches, et dont la base correspond à la grande courbure de l'estomac. Ce fait posé, ce qu'il importe de déterminer rigoureusement, ce n'est pas jusqu'où peut descendre la grande courbure de l'estomac qui forme la base du triangle, mais bien jusqu'où elle peut remonter, car si l'on fait son incision trop bas, ce n'est pas sur l'estomac, mais bien sur le côlon transverse que l'on s'expose à tomber. Jamais la grande courbure de l'estomac ne remonte sur le cadavre, au delà d'une ligne transversale passant par la base des cartilages de la neuvième côte de chaque côté; à plus forte raison en est-il de même sur le vivant, la plus grande expiration ne correspondant jamais à l'expiration cadavérique.

» Pour reconnaître facilement sur le vivant ce point de repère important, ces mêmes recherches nous ont démontré que le cartilage de la neuvième côte est situé immédiatement au-dessus de la première dépression que l'on rencontre en suivant de bas en haut avec le doigt le rebord des fausses côtes. Nouveau point de repère, cette dépression est limitée inférieurement par le cartilage très-mobile de la dixième côte; celui-ci, réuni au précédent par un ligament de 6 à 7 millimètres de hauteur, joue à frottement, et l'on peut assez facilement déterminer sous le doigt la production d'un bruit tout spécial.

» On peut, d'après ces recherches, résumer de la façon suivante les règles à suivre pour pratiquer la *gastrotomie* d'une manière en quelque sorte mathématique.

» *Faire à 1 centimètre en dedans des fausses côtes gauches et parallèlement à ces dernières une incision de 4 centimètres, dont l'extrémité inférieure doit tomber sur une ligne transversale passant par les cartilages des deux neuvièmes côtes.*

» Si l'incision ne dépasse pas 4 centimètres, on n'intéresse pas les fibres du grand droit de l'abdomen. En opérant de cette façon, on arrive sur la face antérieure de l'estomac à l'union de ses portions cardiaque et pylorique. Rassuré par la connaissance de ces faits, nous avons procédé à l'opération le dimanche 9 avril, en présence et avec l'assistance de MM. Gosselin, Larrey, Lepère, Coyne et Mène-Maurice, médecin de la maison de santé des frères Saint-Jean-de-Dieu.

» Le malade étant endormi par le chloroforme, j'incisai, couche par couche, dans la région fixée et suivant la direction indiquée, où j'avais fait préalablement six applications successives de caustique. La plaie fut toujours maintenue étanche à l'aide de pinces à forcipressure. J'arrivai ainsi sur le péritoine pariétal, qui n'était pas adhérent au péritoine viscéral, quoique certains phénomènes nous eussent porté à supposer le contraire.

» A l'aide d'une petite pince à griffes introduite par l'incision, je saisis la paroi antérieure de l'estomac et en attirai une partie au dehors. Le pli ainsi formé fut traversé par une anse de fil et maintenu fortement au dehors, de façon que les parois stomacales fussent appliquées exactement sur les lèvres de la plaie abdominale. A ce moment et avant toute ouverture, à l'aide d'aiguilles fortement recourbées, je pénétrai dans l'estomac de dedans en dehors à travers la paroi abdominale, à 1 centimètre environ des bords de l'incision. J'adossai ainsi la séreuse viscérale à la séreuse pariétale dans l'étendue de 1 centimètre, sur tout le pourtour de la plaie. J'arrivai à ce résultat à l'aide de huit points de suture. Après avoir pris ces précautions, j'incisai les parois de l'estomac et je pénétrai dans

la cavité de cet organe. Avec l'indicateur gauche je pus sentir le corps étranger et m'assurer de sa position.

» Je constatai ainsi que les dents étaient situées à gauche, au niveau de la grosse tubérosité, et dépassaient de plusieurs centimètres l'extrémité gauche de mon incision; mais je fus immédiatement convaincu que l'extraction ne pourrait être faite facilement, car mon doigt était serré dans la boutonnière stomacale comme dans un étau. C'est alors que je me décidai à fixer la muqueuse au dehors en la renversant dans tout le pourtour de la plaie stomacale.

» A partir de ce moment la manœuvre devint facile. Mon doigt introduit dans l'estomac me servit de guide pour aller saisir la fourchette avec une longue pince à polype à extrémité recourbée. Je saisis le corps étranger, suivant l'un de ces bords, à l'union du manche avec le talon; je pus alors, dégageant les dents d'une masse de tissu fongueux qui les englobait, le faire glisser de gauche à droite pour ramener les extrémités pointues au niveau de la plaie stomacale. A ce moment j'imprimai à la fourchette un mouvement de bascule et ses dents purent être aperçues à l'orifice abdominal; une seconde pince les saisissant, le corps étranger fut facilement et rapidement amené au dehors.

» Les suites de l'opération ont été fort simples, et, après quelques menaces d'accidents péritonéaux, rapidement conjurés, dans les dix-huit premières heures, par l'emploi d'une véritable cuirasse collodionnée sur l'abdomen et par l'usage du vin de Champagne glacé, le malade s'est rapidement rétabli. Dès le cinquième jour, il a pu supporter des aliments solides. Depuis lors il est revenu à son alimentation normale et se trouve dans d'excellentes conditions de santé. Les fils sont tombés, sauf deux; la plaie est aujourd'hui singulièrement rétrécie, et la fistule gastrique fort étroite qui persiste encore aujourd'hui permettrait avec peine l'introduction du petit doigt. Les notions de Physiologie pathologique que nous possédons sur ce point nous permettent d'espérer la disparition rapide de cette fistule.

» La terminaison heureuse de cette opération me paraît due à la réunion de plusieurs conditions : 1° au procédé opératoire fondé sur la connaissance de points de repère très-exacts; 2° à la précaution que j'ai eue de fixer l'estomac aux parois abdominales avant de l'ouvrir; 3° aux soins consécutifs et surtout à l'emploi d'une couche extrêmement épaisse de collodion qui a immobilisé les parois abdominales et le tube digestif lui-même, en lui faisant subir en même temps une très-forte compression. Par suite de cette compression, le type de la respiration a été modifié d'une façon très-nette; de *diaphragmatique* la respiration a pris le type *costal supérieur*.

» Les applications de cette opération seraient très-restreintes si on les réservait pour les cas de corps étrangers de l'estomac; mais on peut en tirer un parti utile en reprenant une idée mise en avant et défendue par M. le professeur Sédillot, qui avait proposé d'appliquer la gastrotomie aux cas de rétrécissements infranchissables de l'œsophage et du cardia, et de pratiquer chez ces malades ce qu'il appelait *une bouche stomacale*, permettant de prolonger la vie en introduisant les aliments directement dans l'estomac.

» Le procédé opératoire que je propose paraissant présenter une grande sécurité, pour l'établissement de la fistule gastrique, il resterait à s'opposer à l'oblitération de cette dernière. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur les échanges d'ammoniaque entre les eaux naturelles et l'atmosphère;* par **M. Th. Schlœsing.**

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Dans les Communications que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie les 27 mars et 10 avril, j'ai étudié les échanges d'ammoniaque entre l'atmosphère et la pluie, la rosée, le brouillard. Je vais maintenant examiner le cas où, la température descendant au-dessous de zéro, la vapeur d'eau se condense à l'état d'aiguilles glacées, de neige, de gelée blanche.

» Sous ces formes diverses, l'eau perd la faculté d'emprunter du carbonate d'ammoniaque à l'air : c'est ce qu'on peut démontrer par des expériences très-simples.

» Un grand tube en U est plongé dans un mélange de glace et de sel, occupant une capacité de 15 à 20 litres : enfoui dans la paille hachée, ce mélange demeure à — 20°,5 pendant plusieurs jours. On fait passer dans le tube de l'air humide contenant une dose connue d'ammoniaque, jusqu'à ce que le givre déposé intercepte la circulation; puis on dose l'ammoniaque dans le givre. Voici le détail d'une expérience :

Titre ammoniacal de l'air...	$1^{mg},2$ ammoniaque dans 1 mètre cube.
Durée de l'expérience......	48 heures.
Air passé dans le tube	7 mètres cubes contenant $8^{mg},4$ ammoniaque.
Eau de fusion du givre.....	35 grammes.
Ammoniaque dans cette eau.	0.

Si ces 35 grammes avaient été de l'eau liquide à zéro, ils auraient dissous $3^{mg},1$ ammoniaque.

» Le résultat est le même quand la température est moins basse, quand par exemple elle est maintenue à — 3° par un mélange de glace et de nitre. Il convient alors d'augmenter la surface du vase où le givre doit se déposer, en remplaçant le tube en U par un ballon tubulé de 2 litres. Il faut encore prendre une autre précaution : à son entrée dans le ballon, l'air dépose sur le tube adducteur de l'eau liquide et par conséquent ammoniacale, qui se réunit en gouttes, tombe au fond du ballon, s'y congèle brusquement et garde une fraction de son ammoniaque; il faut recueillir ces gouttes à part et les rejeter.

» Ainsi, la vapeur d'eau, en prenant l'état solide au sein de l'atmosphère, n'entraîne pas d'ammoniaque, en tant que celle-ci est libre ou carbonatée. Comment se fait-il donc qu'on ait souvent trouvé dans la neige autant d'alcali que dans la pluie? A cette question, on peut répondre : 1° qu'il faut bien distinguer la neige *sèche*, dont la température est inférieure à zéro, et qui ne dissout pas l'ammoniaque aérienne, de la neige humide qui en dissout en proportion de l'eau dont elle est imbibée; 2° qu'en raison de la lenteur de sa chute et de son énorme développement superficiel, la neige semble plus propre que la pluie à entraîner les poussières flottantes du nitrate d'ammoniaque. On sait que ce nitrate, au contact de la glace, en fait fondre ce qui lui est nécessaire pour former une dissolution dont le titre est fonction de la température; les parcelles de sel rencontrées par la neige sont donc aussitôt fondues et fixées. Ces explications paraîtront suffisantes; toutefois, il est désirable qu'à l'avenir on détermine dans la neige les quantités respectives d'ammoniaque et d'acides formant avec elle des sels fixes à la température ordinaire.

» Il résulte des expériences rapportées ci-dessus que, à la température de — 20°, 5, de l'air qui renferme $1^{mg},2$ d'ammoniaque par mètre cube n'en laisse point encore précipiter à l'état de carbonate solide, et la retient toute à l'état gazeux. J'ai voulu néanmoins m'en assurer par des expériences; j'ai donc fait passer de l'air pur sur des cristaux de bicarbonate d'ammoniaque, au sein d'un mélange réfrigérant : l'air barbottait ensuite dans un acide étendu. Le dosage de l'ammoniaque dans cet acide m'a démontré que la tension ammoniacale du bicarbonate, à — 20°, 5, est bien supérieure à celle qu'on peut observer dans l'air normal. Il est donc très-probable qu'à des températures plus basses, comme celles des hautes régions de l'atmosphère, le reste d'ammoniaque aérienne, qui n'a pas été condensé par les pluies, résiste à la solidification par le froid, et conserve l'état de gaz.

» En définitive, la vapeur d'eau et l'ammoniaque de l'air, après avoir eu, selon toute probabilité, une origine commune, la mer, se précipitent ensemble, mais dans des rapports bien différents, à mesure que l'air se refroidit jusqu'à zéro. Au-dessous de zéro, l'association est rompue; l'eau seule continue à se précipiter, mais l'ammoniaque demeure dans l'atmosphère; l'air n'est donc jamais entièrement dépouillé d'ammoniaque.

» Cette résistance de l'ammoniaque à la condensation par les météores glacés me fournit une explication rationnelle d'un fait parfaitement constaté, mais fort extraordinaire; je veux parler de la richesse de certains brouillards, par exemple celui que M. Boussingault a observé au Lieb-

frauenberg, et qui a déposé de l'eau contenant 40 milligrammes d'alcali par litre. Supposons qu'une couche d'air A, de température supérieure à zéro, s'étende au-dessus d'une couche B de température inférieure à zéro : aux confins des deux couches, il se fait un mélange, et en même temps une condensation de vapeurs, en fines gouttelettes, qui contiennent une certaine quantité d'ammoniaque; celles-ci, en tombant, pénètrent plus avant en B, et s'y convertissent en cristaux glacés ; dès lors, elles laissent dégager leur ammoniaque, qui s'ajoute à celle que B contenait déjà. Nous concevons ainsi qu'une couche d'air puisse être enrichie aux dépens d'une autre couche superposée.

» Maintenant, subdivisons B en une série de couches b_1, b_2, b_3,..., toutes au-dessous de zéro, envahies successivement par la couche A qui sera, si l'on veut, un courant supérieur descendant à terre. Les phénomènes que nous ont présentés les deux couches A et B vont se reproduire tour à tour dans les couches b_1, b_2, b_3,.... Les apports d'alcali d'une couche à la suivante iront en croissant, parce que les condensations successives se formeront dans des milieux de plus en plus riches; et l'effet élémentaire d'une seule condensation sera multiplié par le nombre de couches. J'ai à peine besoin de faire observer que l'hypothèse de couches successives est introduite ici pour la commodité du raisonnement, et qu'il faut restituer aux phénomènes leur continuité naturelle. Si, dans le voisinage du sol, la température se relève au-dessus de zéro, les produits des condensations, liquides au moment de leur formation, puis glacés dans leur trajet, redeviendront liquides en bas, et pourront constituer un brouillard. Il est clair, d'ailleurs, que l'intensité de l'effet produit dépend de causes multiples : températures, titres ammoniacaux, régularité de progression de la couche A, calme de l'atmosphère..... Les conditions des phénomènes sont très-variables; mais elles peuvent être exceptionnellement favorables, et alors le brouillard possède une richesse exceptionnelle.

» Le transport de haut en bas et l'accumulation de l'ammoniaque dans les basses régions de l'atmosphère sont des faits beaucoup plus généraux que ne le ferait supposer le cas tout spécial que je viens d'examiner. En effet, l'enrichissement d'une couche B, aux dépens d'une autre superposée A, a lieu également lorsqu'une condensation produite en A se dissout en B au lieu de s'y congeler. Donc, pour concevoir l'enrichissement graduel de nos couches b_1, b_2, b_3,..., il n'y a qu'à supposer qu'elles se refroidissent successivement, à partir de la plus élevée, comme cela doit

arriver pendant les nuits claires : en se formant dans les diverses couches, pour se dissoudre plus bas, le serein deviendra l'agent du transport de l'ammoniaque. Ces réflexions m'ont été suggérées par les résultats de mes observations quotidiennes : je trouve que, par les temps clairs et calmes, le titre de l'ammoniaque, pendant la nuit, est environ le double de celui du jour; mais, si le ciel est voilé, c'est-à-dire si le refroidissement est gêné, ou bien si le vent mélange incessamment les produits du refroidissement, il n'y a plus de différence sensible entre les titres du jour et ceux de la nuit. »

CHIMIE. — *Sur divers composés du titane*. Troisième Note de MM. **C. Friedel** et **J. Guérin**, présentée par M. Wurtz.

(Renvoi à la Section de Chimie.)

« D'après les recherches de M. Wöhler, il existerait quatre azotures de titane différents, répondant aux formules

$$Ti^3Az,\quad TiAz,\quad Ti^5Az^3 = 2TiAz + Ti^3Az,$$

$$\text{et}\ Ti^3Az^2 = 3TiAz + Ti^3Az\,(Ti = 25),$$

ou, en employant le poids atomique du titane, qui répond à la formule $TiCl^4$ du chlorure ($Ti = 50$),

$$Ti^3Az^2,\quad TiAz^2,\quad Ti^5Az^6\ \text{et}\ Ti^3Az^4.$$

» Parmi ces composés, le premier n'a pas été isolé, et l'illustre chimiste de Göttingen a conclu son existence de la formule

$$TiCy + 3Ti^3Az = Ti^{10}CAz^4,$$

qu'il a admise pour les cristaux cubiques des hauts-fourneaux, regardés avant lui comme du titane métallique.

» Plusieurs des formules précédentes sont ou compliquées ou difficiles à mettre d'accord avec les atomicités du titane, telles qu'elles étaient connues et telles qu'elles résultent de nos recherches. Il nous a semblé, en conséquence, qu'il n'était pas inutile de reprendre l'étude de ces composés.

» Nos expériences nous ont conduits à reconnaître qu'en laissant de côté l'azoture Ti^3Az, dont l'existence est hypothétique, il n'existe que deux autres azotures, dont la composition répond aux formules Ti^3Az^4 et $TiAz$, ou plutôt Ti^2Az^2. Ces formules sont tout à fait d'accord avec l'atomicité

des deux éléments qui forment les combinaisons. La première appartient au composé obtenu par Liebig en faisant chauffer le chlorure de titane ammoniacal dans un courant d'ammoniaque; elle correspond au tétrachlorure de titane et à l'acide titanique, chacune des 4 atomicités des 3 atomes de titane étant saturée par l'une des 3 atomicités des 4 atomes d'azote. L'autre corps, Ti^2Az^2, que nous avons obtenu par l'action de l'ammoniaque sur le sesquioxyde de titane ou sur l'acide titanique, correspond au sesquioxyde de titane et à l'hexachlorure dititanique. Nous n'avons pas réussi à obtenir d'autre azoture de titane; l'action du protochlorure de titane sur l'ammoniaque, qui semblait pouvoir donner un azoture Ti^3Az^2, n'a fourni, dans les conditions où nous avons opéré, que de l'azoture Ti^3Az^4, avec dégagement d'hydrogène.

» *Azoture* Ti^2Az^2. — M. Wöhler avait déjà étudié l'action de l'ammoniaque sur l'acide titanique, à une température élevée, et reconnu qu'il y avait formation d'azoture de titane. Le corps, auquel il attribue la formule $TiAz^2$ [$TiAz$, $Ti = 25$], se forme, dit-il, « lorsqu'on expose l'acide titanique » fortement chauffé à un courant de gaz ammoniac bien sec; on laisse » refroidir l'azoture dans le courant; il se présente alors, sous la forme » d'une poudre violet foncé, possédant une nuance rouge de cuivre, ana- » logue à la poudre d'indigo sublimé. »

» De cette description et des analyses qui se bornent à des dosages de titane, sans dosages correspondants d'azote, ainsi que des observations que nous avons faites, on peut conclure que les produits considérés par M. Wöhler comme l'azoture $TiAz^2$ sont des mélanges de l'azoture que nous allons décrire, avec le sesquioxyde de titane.

» Nous avons fait passer un courant d'ammoniaque, desséchée par son passage dans plusieurs tubes garnis de baryte anhydre, dans un tube en porcelaine, chauffé au fourneau à réverbère au feu de coke. Dans le tube étaient placées une ou deux nacelles de porcelaine renfermant, soit de l'acide titanique, soit, pour abréger l'opération, du sesquioxyde de titane en poudre fine. L'ammoniaque, ou les gaz provenant de sa décomposition, étaient obligés, pour s'échapper, de traverser une couche de 1 ou 2 centimètres de mercure servant de fermeture. On ne commençait à chauffer l'appareil que quand tout l'air en était chassé.

» Pour obtenir un bon résultat, il est indispensable de continuer l'opération pendant plusieurs heures. La transformation de l'acide titanique et même du sesquioxyde est extrêmement lente et souvent elle n'est que partielle, donnant dans la première nacelle, ou seulement dans la partie anté-

rieure de celle-ci, une matière jaune d'or, tandis que le reste présente des teintes plus ou moins rouges et cuivrées. Dans les opérations très-incomplètes, on trouve même des parties d'un noir bleuâtre. Ces dernières se sont présentées même lorsqu'on avait employé du sesquioxyde. Leur présence montre que l'eau formée aux dépens de l'ammoniaque et du sesquioxyde des parties antérieures de la nacelle réagit sur celui contenu dans les parties suivantes et le transforme en oxyde bleu. Il faut une action prolongée de l'hydrogène sec provenant de la décomposition de l'ammoniaque et de l'ammoniaque elle-même, pour transformer cet oxyde d'abord en sesquioxyde, puis en azoture.

» Lorsque l'opération a été suffisamment prolongée, on obtient une matière pulvérulente amorphe d'un jaune de laiton, dont la composition répond à la formule $Ti^2 Az^2$. Cette substance a une densité de 5,28 à 18 degrés. Elle est fort dure et raye la topaze. En suspension dans l'eau, quand elle est en poudre fine, elle présente une couleur bleue par transparence et jaune par réflexion. L'azoture $Ti^3 Az^4$ et la poudre des cristaux cubiques des hauts-fourneaux présentent un phénomène analogue avec une teinte rouge par réflexion.

» L'azoture $Ti^2 Az^2$ se transforme par calcination à l'air en acide titanique. La potasse fondante l'attaque avec dégagement d'ammoniaque.

» L'acide sulfurique bouillant le transforme également en acide titanique avec dégagement d'acide sulfureux; la liqueur renferme de l'ammoniaque.

» Il est facile d'y doser l'azote par le procédé imaginé par M. Dumas pour les substances organiques. Un mélange intime d'azoture de titane avec un grand excès d'oxyde de cuivre étant chauffé au rouge, l'azoture se transforme en acide titanique et laisse dégager son azote.

» L'azoture $Ti^2 Az^2$ a été obtenu encore, mélangé de charbon, en faisant passer un courant de cyanogène sur de l'acide titanique au rouge vif. On n'a pas réussi à l'obtenir cristallisé en faisant agir un mélange d'azote, d'hydrogène et de vapeur de chlorure de titane sur l'acide titanique au rouge vif.

» Il se forme souvent et se présente en enduits continus jaune de laiton recouvrant les tubes dans les préparations de sesquioxyde de titane, quand l'azote n'a pas été complétement exclu des appareils.

» *Azoture* $Ti^3 Az^4$. — Ce corps est préparé facilement en suivant la méthode élégante indiquée par MM. H. Sainte-Claire Deville et Wöhler, c'est-à-dire en chauffant au rouge un mélange de vapeurs de sel ammoniac et de chlorure de titane. Pour éviter complétement la présence de l'air, nous

avons opéré dans un courant d'acide chlorhydrique sec. Nous avons obtenu ainsi l'azoture $Ti^3 Az^4$ en belles croûtes cristallines d'un rouge de cuivre, présentant à la loupe et mieux au microscope de petits pointements trièdres qui paraissent appartenir à un rhomboèdre, dont l'angle rappelle celui du rhomboèdre inverse de la calcite.

» L'azoture $Ti^3 Az^4$ se transforme facilement en azoture $Ti^2 Az^2$ en perdant de l'azote, lorsqu'on le chauffe dans un courant d'hydrogène ou même d'ammoniaque ; le produit présente la couleur et la composition de l'azoture obtenu directement par l'action de l'ammoniaque. Il offre parfois des apparences cristallines; mais ce n'est autre chose que les formes de l'azoture $Ti^3 Az^4$ qui se sont conservées malgré la transformation chimique qu'a subie ce composé. »

ÉLECTRO-PHYSIOLOGIE. — *Des variations électriques des muscles et du cœur en particulier, étudiées au moyen de l'électromètre de M. Lippmann.* Note de M. **Marey**, présentée par M. Edm. Becquerel.

« Dans une série de Notes présentées à l'Académie, j'ai montré que le cœur d'un animal vivant (grenouille ou tortue) présente, aux différents instants de sa révolution, des variations singulières dans son excitabilité et dans sa température ; que pendant sa phase de systole, le cœur réagit moins aux excitations que pendant sa diastole ; que dans la première de ces phases, la température du cœur s'élève, tandis qu'elle s'abaisse dans la seconde. Il m'a paru intéressant de rapprocher des variations ci-dessus indiquées celles qui se produisent dans l'état électrique du cœur.

» Il règne encore bien des controverses sur l'origine de l'électricité musculaire et sur la cause des tensions inégales qu'elle présente aux différents points de la surface d'un muscle. Toutefois, les physiologistes ont déterminé avec une précision extrême la répartition de ces tensions, en mesurant l'intensité des courants qu'elles engendrent dans le circuit d'un galvanomètre très-sensible. Mais, si le galvanomètre indique exactement l'état électrique d'un muscle au repos, en revanche, il se prête mal à l'étude des changements qui se produisent dans cet état électrique aussitôt que le muscle entre en action.

» Il est vrai que dans le *tétanos* on constate que le courant musculaire subit une diminution connue sous le nom de *variation négative;* mais la théorie tend à prouver que l'aiguille du galvanomètre, immobile pendant

la tétanisation du muscle, n'exprime pas ce qui se passe dans l'état électrique de cet organe. Cette théorie admet que l'électricité musculaire éprouve une série de variations alternatives auxquelles l'aiguille du galvanomètre ne saurait obéir, à cause de son inertie qui la fixe en un point intermédiaire aux maxima et aux minima des déviations qu'elle devrait éprouver. D'autre part, si, dans le muscle dont on explore l'état électrique au moyen du galvanomètre, on provoque, non plus un tétanos, mais une simple *secousse*, l'aiguille de l'instrument reste immobile, de sorte qu'on pourrait croire que l'état électrique du muscle n'a pas varié, si l'on n'avait pas dans la réaction d'une patte galvanoscopique de grenouille la preuve de cette variation.

» C'est donc à l'inertie de l'aiguille du galvanomètre que tient l'insuffisance de cet instrument pour signaler les variations brusques des courants. Un artifice m'a réussi pour rendre sensible la variation négative qui accompagne une secousse isolée; il consiste à prolonger la durée de ce mouvement, soit en refroidissant le muscle, soit en l'empoisonnant avec certaines substances. Dans ces conditions, la secousse produit une rétrogradation de l'aiguille du côté du zéro.

» Ce fait montre que la durée de la variation électrique d'un muscle est liée à celle de son travail; cette conclusion ressort également des expériences suivantes : si, au lieu d'un muscle de grenouille qui donne des mouvements rapides, on opère sur un muscle de tortue dont la secousse est beaucoup plus lente, le galvanomètre accuse nettement la variation négative; il en est de même quand on explore l'état électrique du cœur dont la secousse systolique présente une assez grande durée.

» Or, dans tous ces cas, l'aiguille du galvanomètre exécute une oscillation dont les deux phases sont sensiblement égales. Attribuer cette forme aux variations du courant musculaire serait une erreur produite, comme les précédentes, par l'inertie de l'aiguille aimantée.

» L'électromètre de Lippmann (1), doué d'une mobilité remarquable, montre que la variation électrique des muscles a des phases fort inégales, sensiblement pareilles à celles du travail mécanique développé par ces muscles : on en pourra juger par les expériences suivantes :

» Après avoir détaché le cœur d'une grenouille, on place cet organe sur deux électrodes impolarisables, de façon que la pointe du ventricule

(1) Voir, pour la description de l'instrument, *Journal de Physique théorique et appliquée*, t. III, p. 41.

repose sur une électrode, pendant que l'oreillette s'appuie sur l'autre. Pendant les premiers instants qui suivent cette mutilation, le cœur est immobile, et la colonne de l'électromètre se fixe en un point qui exprime la différence constante des tensions électriques des deux points explorés, tensions qui, dans un circuit métallique, donneraient naissance à un courant allant de la base à la pointe du cœur.

Mais bientôt le cœur reprend ses mouvements; on voit alors, à chacun d'eux, se déplacer la colonne de mercure dans le sens qui indique une diminution de la différence des tensions. Or, ce déplacement du mercure se fait en deux temps, comme s'il exprimait les influences successives de l'oreillette et du ventricule.

» Pour vérifier cette supposition, on meurtrit le ventricule entre les mors d'une pince; cet organe s'arrête temporairement et l'oreillette agissant seule, on ne constate plus qu'un mouvement simple dans la colonne de mercure; quand les battements du ventricule reparaissent, la colonne de l'électromètre reprend son mouvement saccadé.

» Les deux saccades produites par la variation négative du cœur présentent des caractères différents : l'une est brusque et correspond, par sa brusquerie même, à la systole si brève de l'oreillette; l'autre, au contraire, plus lente, se rapproche en cela du mouvement ventriculaire.

» Ainsi les phases de la variation électrique d'un muscle seraient semblables à celles du travail qu'il fournit. J'ai cherché à vérifier ce fait sur des muscles empoisonnés par la vératrine; il m'a semblé alors, dans les mouvements de l'électromètre, reconnaître les phases singulières que ce poison imprime à la secousse des muscles; mais l'œil se prête mal à la comparaison de mouvements si rapides. Aussi, M. Lippmann et moi, cherchons-nous à obtenir par la photographie l'image des mouvements de la colonne de mercure, afin de les comparer, dans des conditions plus précises, aux tracés, par lesquels le myographe exprime les phases du mouvement des différents muscles. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur les amorces électriques*. Note de M. **P. Ris**, présentée par M. du Moncel.

(Commissaires : MM. Fizeau, Jamin, du Moncel.)

« Les amorces employées pour l'inflammation électrique des mélanges détonants peuvent être disposées pour les courants de tension et pour les courants de quantité. Avec les premières, dites d'induction, l'inflammation

est produite par une étincelle résultant généralement d'appareils d'induction. Avec les secondes, cette inflammation est produite par l'action calorifique de couples énergiques, dont le courant est transmis, par un conducteur de grande section, à un fil de platine très-fin qu'il porte à 250 degrés au moins. Si l'on essaye d'allumer une amorce d'induction par le courant d'une pile, on est forcé d'employer un nombre d'éléments considérable, et, d'un autre côté, les amorces à fil de platine ne peuvent être allumées par un courant de tension.

» Pour éviter ces inconvénients, j'ai eu l'idée de rendre les amorces d'induction conductrices, en incorporant, au mélange détonant à base de chlorate de potasse, une petite quantité d'éponge de platine pulvérisée; j'ai obtenu ainsi des amorces qui sont inflammables, soit par les courants d'induction, soit par les courants de pile, et qui ont l'avantage de pouvoir être essayées sans altération des éléments qui les composent. Si la quantité de platine est petite, la résistance de l'amorce est considérable et peut atteindre 50000 Ohms. Dans ces conditions, une bobine d'induction dont le fil a $0^{mm},4$ (le n° 16 du commerce), et qui donne des étincelles de 25 millimètres, peut allumer simultanément 40 amorces disposées en circuit unique, avec 1000 mètres de câble conducteur complétement immergé; avec un câble, à la surface d'un sol bien sec, le nombre des inflammations peut dépasser 120. A mesure qu'on augmente la quantité d'éponge de platine, la résistance de l'amorce diminue, et, en même temps, sa sensibilité par rapport au courant d'induction se rapproche de plus en plus de celle des amorces appropriées aux courants de quantité. Ainsi une amorce dont la résistance est égale à 20 Ohms peut s'enflammer avec 3 ou 4 éléments de Leclanché, si le vase poreux est supprimé. Dans ce cas, si l'on veut des explosions simultanées, il faut dériver le circuit de manière que chaque amorce ait son circuit spécial et proportionner à leur nombre la surface des couples.

» L'éponge de platine présente donc un avantage sur les conducteurs secondaires employés le plus souvent, tels que charbon, graphite, sulfures, phosphures, etc.; seulement il faut avouer que la parfaite homogénéité du mélange est fort difficile à obtenir et que la réussite exige une grande habileté de main. »

PALÉONTOLOGIE. — *Faune et flore des tourbières de la Champagne.* Note de M. P. FLICHE.

(Commissaires : MM. Milne Edwards, Daubrée, Chatin.)

« Les tourbières qui ont fait l'objet de mes recherches occupent le fond des vallées, de très-petits affluents de la Seine aux environs de Troyes, ou de la Vanne, dont les eaux alimentent aujourd'hui une partie des fontaines de Paris.

» A la première section appartiennent celles de Saint-André, Saint-Germain, Saint-Pouange et Villechétif. Dans la vallée de la Vanne, les recherches ont été effectuées en différents points, depuis la source de cette rivière à Fontvanne, dans le département de l'Aube, jusqu'à une faible distance de son confluent avec l'Yonne, près de Sens, notamment à Fontvanne, Estissac, Pont-sur-Vanne, Villers-Louis, Theil, Noë, Malay-le-Vicomte, où les fouilles m'ont fourni le plus d'objets intéressants.

» Indépendamment des bois, la tourbe et la partie immédiatement inférieure des limons renferment une quantité de débris organiques déterminables et d'objets indiquant la présence de l'homme.

ANIMAUX.

» MAMMIFÈRES. — *Meles taxus* Schreb., Vanne (fragment de crâne). *Lutra vulgaris* Erxl., Saint-André (portion de fémur). *Canis familiaris* L., Villechétif (omoplate, atlas), Vannes (humérus). *Castor fiber* L., Saint-André (phalange). *Sus scrofa* L., *ferus*, Saint-André (diverses pièces du squelette), Villechétif (phalange).

Sus scrofa palustris Rütim., Villechétif (arrière-molaire inférieure). *Sus* (probablement cochon domestique), Saint-André (portion de cubitus, fragment de calcanéum), Vanne (métatarsien). *Equus caballus* L., Saint-André (phalanges, fragment de bassin), Saint-Germain (apophyse coronoïde), Saint-Pouange (phalange), Villechétif (dents nombreuses et divers os du squelette), Vanne (fragments de mâchoires d'iléon, métatarsiens, radius). *Cervus elaphus* L., Saint-André (os de presque toutes les régions du squelette abondants), Villechétif (canons postérieurs, humérus, base d'un bois), Vanne (diverses pièces du squelette). *Capra ægagrus* Pall., Saint-André (pièces nombreuses de toutes les régions du squelette), Villechétif (molaire inférieure), Vanne (molaires). *Ovis aries* Dessen., Saint-André (mâchoire inférieure et molaires), Villechétif (molaires). *Bos taurus* L., Saint-André (phalange et tête de cubitus et radius), Villechétif (nombreuses molaires), Vanne (molaires, fragments de mâchoires, d'humérus et de côte). *Bos primigenius* Boj., Villechétif (molaire).

» OISEAUX. — *Cycnus musicus* Temm., Vanne (fragment de cubitus).

» REPTILES. — *Bufo vulgaris* Laur., Vanne (une grande partie du squelette).

» INSECTES. — *Geotrupes vernalis* L. et G., *putridarius* Erichs., Vanne (élytres, thorax, pattes, etc.). *Donacia crassipes* Fabr., Vanne (élytres). *Donacia* Sp., Villechétif et Vanne (fragments d'élytres).

» MOLLUSQUES. — *Succinæa oblonga* Drap., Vanne. *S. arenaria* Bouch., Vanne. *Helix*

nemoralis L., Vanne. *H. variabilis* Drap., Saint-Pouange. *H. fasciolata* Poir., Saint-Pouange, Vanne. *Bulimus obscurus* Müll., Drap., Vanne. *Pupa cylindracea* (da Costa) Moq., Vanne. *Planorbis complanatus* Stud., Saint-Pouange, Vanne. *P. albus* Müll., Vanne. *P. corneus* Poir., Saint-Germain. *P. contortus* L., Saint-Pouange. *Lymnæa stagnalis* Laur., Saint-Pouange. *L. truncatula* Beck., Saint-Germain, Vanne. *L. tumeacula* Beck. *major* Moq., Saint-Pouange. *L. truncatula* Beck., *ventricosa* Moq., Vanne. *L. palustris* Drap., Vanne. *Bythinia tentaculata* Stein., Saint-Pouange, Saint-Germain, Vanne. *Valvata piscinalis* Fér., Vanne. *Anodonta complanata* Saint-Pouange. *Pisidium amnicum* Müll., Jen., Vanne. *P. nitidum* Jen., Vanne.

VÉGÉTAUX.

» DICOTYLÉDONES. — *Rhamnus cathartica* L., Vanne (noyau). *Menyanthes trifoliata* L., Villechétif et Vanne (graines abondantes). *Ulmus campestris* Smith., Villechétif (bois de tige, de racine, écorce jeune, vieille, quelques morceaux d'écorce, appartiennent peut-être à l'*U. effusa* Wild.), Saint-André (charbon), Vanne (écorce et racines). *Juglans regia* L., Vanne (bois et fruits). *Quercus* probablement *pedunculata* Ehrh., Villechétif (écorce, bois, cupule), Vanne (bois de tige et racine). *Corylus avellana* L., Villechétif et Vanne (fruits). *Betula* probablement *pubescens* Ehrh., Saint-André (bois), Saint-Germain (bois, écorce, racines, rameaux), Villechétif (bois, écorces, racine), Vanne (bois, écorce, rameaux). *Alnus*, Saint-André, Villechétif, Saint-Germain, Vanne (bois, écorce, racines). *Salix* probablement *fragilis* L., Villechétif (feuilles).

» MONOCOTYLÉDONES. — *Rhynehospora alba* Vahl., Villechétif (fruits), *carex* Sp., Villechétif et Vanne (fruits).

» GYMNOSPERMES. — *Taxus baccata* L., Villechétif (bois), *Juniperus* évidemment *communis* L., Saint-Germain et Vanne (bois). *Picea exceisa* Link., Vanne (bois). *Pinus sylvestris* L., Saint-André (bois, cônes), Saint-Germain (bois, morceau de branche), Villechétif, (écorce), Vanne (bois, écorce, cônes, graînes, bourgeon, racines).

» ACOTYLÉDONES. — Fougère qui est très-probablement le *Polystichum spinulosum* Koch., Vanne (faisceaux fibrovasculaires, sporanges, écailles de la base des frondes). *Equisetum* quelquefois l'*arvense* L., généralement le *limosum* L. représentés surtout par des rhizômes avec tubercules pour la seconde espèce, Villechétif, Saint-Germain, Vanne. *Hypnum aduncum* Hedw. et sa variété *polycarpon* Schimp., Vanne. *H. fluitano* Dill. var. et var. *submersum* Schimp. var. *falcatum*, Vanne. *H. pratense*, Villechétif. *H. giganteum* Schimp., Vanne. *H. scorpioïdes* Dill., Saint-Germain, Villechétif (toutes ces mousses représentées par des rameaux feuillés). *Xenodochus* avec des spores, Saint-Germain, Vanne. *Chytridinée* dans les cellules des mousses à Saint-Germain et Villechétif, *Xilaria hypoxylon* Grev., Vanne, mycélium de divers champignons parmi lesquels probablement un *Trametes*, Saint-André, Saint-Germain, Villechétif, Vanne.

» Les traces laissées par l'homme sont très-nombreuses; ce sont : du charbon en larges foyers, comparés, par les ouvriers, aux places à charbon actuelles; des bois carbonisés en partie, parmi lesquels le pin; des poteries, depuis des vases à la main très-grossiers jusqu'aux poteries tournées actuelles; des os brisés et travaillés; des silex, les uns polis ou de

taille très-parfaite, les autres très-grossiers; des morceaux de grès; des objets en bronze et en fer.

» On trouve des silex polis et finement taillés de la même époque dans la partie inférieure des tourbières, et mêlés avec eux ou dans des stations contemporaines, des silex d'un travail grossier, preuve nouvelle de la réserve qu'exige la classification chronologique de ces objets.

» La faune se rapporte à celle des habitations lacustres de la Suisse.

» La flore est bien plus intéressante; grâce à l'abondance des débris végétaux, il est possible de suivre ses variations depuis le limon qui sert de base à la tourbe jusqu'à l'époque actuelle. Les espèces forestières et les mousses nous fournissent les documents les plus complets et les plus importants. Ainsi, à l'époque où se déposaient les derniers limons, la contrée était couverte d'épicéas qui devenaient rares, de pins sylvestres, de saules, de bouleaux, d'aunes, dont il est impossible, en l'absence de feuilles et de fruits, de déterminer l'espèce, mais qui étaient certainement de ceux qui habitent encore le pays ou des aunes blancs. Au moment où la tourbe s'est déposée, l'épicéa a disparu, mais le pin sylvestre était encore largement représenté et l'on trouve ses débris dans toute l'épaisseur de la couche forestière signalée plus haut; à lui se sont mêlés en petite quantité l'if et le genévrier commun; les arbres à feuilles caduques, de l'époque précédente, ont persisté, et l'on en voit apparaître de nouveaux : les chênes, les ormes, qui sont peu abondants. La forêt présente un aspect qu'on ne rencontre plus aujourd'hui qu'en s'avançant, au nord-est, jusqu'à Haguenau ou mieux jusqu'à Bitche. Le pin disparaît ensuite ainsi que l'if; le genévrier reste le seul représentant des conifères; le chêne devient plus abondant, et la végétation reste ce qu'elle est de nos jours, dans le fond des vallées; sur les collines, le hêtre semble avoir joué un rôle important.

» Les mousses confirment les résultats fournis par l'étude des arbres. Elles se rencontrent surtout dans les parties profondes des tourbières et même dans le limon, quelques-unes cependant ont survécu aux pins; elles appartiennent toutes à des espèces ou à des variétés qui recherchent les sols très-humides et les climats froids. Plusieurs ont abandonné les plaines de la France, y laissant quelquefois des témoins de leur ancienne extension, comme les *H. Scorpioides*, dans la localité classique de Mortfontaine.

» La flore du nord de la France, d'abord très-différente, à l'époque quaternaire, de ce qu'elle est aujourd'hui, est arrivée graduellement à son

état actuel, par suite du réchauffement du climat, qui a fait reculer plusieurs espèces en même temps qu'il permettait à d'autres de dominer ou de s'introduire.

» La lutte des espèces entre elles a amené de grandes modifications dans leurs aires; elle n'a pas, comme cela devrait être suivant les hypothèses transformistes, fait dériver la flore actuelle de celle qui l'a précédée. Il semble, en particulier, que le pin silvestre, espèce éminemment variable, aurait trouvé des conditions propres à produire un descendant modifié susceptible de se maintenir spontanément sous le climat actuel des environs de Paris, qui ne lui est pas trop défavorable, comme le prouvent les nombreuses plantations faites depuis un siècle environ. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Note sur un nouveau procédé de titrage des matières astringentes;* par M. F. Jean.

(Commissaires : MM. Fremy, Wurtz, Chatin.)

« J'ai reconnu que les solutions des divers principes astringents, lorsqu'elles sont additionnées d'un alcali carbonaté, absorbent la dissolution de l'iode avec une énergie comparable à celle de l'arsénite de soude. Des essais nombreux m'ont démontré que cette absorption a lieu exactement en raison directe de la quantité de matière astringente mise en expérience, et qu'une partie en poids d'acide tannique sec absorbe quatre parties d'iode, pour former un composé que je n'ai pas encore étudié.

» C'est sur cette action de l'iode sur les matières astringentes qu'est basé le procédé de titrage qui fait l'objet de cette Note.

» La solution d'iode nécessaire pour titrer le tannin s'obtient en dissolvant dans l'iodure de potassium 4 grammes d'iode, et en ajoutant à la solution de l'eau distillée en quantité suffisante pour faire un volume de 1000 centimètres cubes.

» Pour établir le titre de la solution d'iode, on introduit, dans un verre à précipiter, 10 centimètres cubes d'une solution de tannin à $0^{gr},1$ pour 100; on additionne de 2 centimètres cubes d'une lessive alcaline, contenant 25 pour 100 de carbonate de soude cristallisé; puis, à l'aide d'une burette graduée, on fait tomber dans la liqueur alcalinisée la solution d'iode, jusqu'à ce qu'une goutte du mélange, prise avec l'agitateur de verre et portée sur une feuille de papier amidonné, y produise une très-légère tache violacée, ce qui indique la présence de l'iode libre et le terme final de l'opération.

» Le titre ainsi obtenu doit être corrigé, c'est-à-dire qu'il faut retrancher, du nombre de centimètres cubes de la solution d'iode correspondant à $0^{gr},01$ de tannin, le volume de cette solution qu'il est nécessaire d'employer en pure perte, avant d'obtenir une réaction colorée sur le papier amidonné. Pour cela, on mesure 10 centimètres cubes d'eau distillée, que l'on additionne de 2 centimètres cubes de la solution alcaline; puis, on y verse goutte à goutte la solution d'iode, jusqu'à ce qu'on obtienne une tache sur le papier amidonné. Avec une solution contenant 4 grammes d'iode par litre, la correction est ordinairement de $0^{cc},1$ pour un volume de 10 à 12 centimètres cubes; mais la plus ou moins grande pureté du carbonate de soude peut faire varier très-légèrement cette correction. Pour $0^{gr},01$ de tannin dissous dans 10 centimètres cubes d'eau, il faut généralement employer $10^{cc},5$ de la solution d'iode à 4 pour 1000.

» Sous l'influence de l'iode, les solutions alcalines de tannin, même lorsqu'elles sont très-diluées, prennent une coloration rouge orangé, assez intense pour qu'il ne soit pas possible de saisir nettement la coloration de l'iodure d'amidon, si l'on additionnait la liqueur tannifère d'empois d'amidon. C'est pourquoi j'ai recours à une feuille de papier à filtrer blanc, que je recouvre, par frottement, d'une légère couche d'amidon en poudre. Les touches faites sur ce papier avec une demi-goutte de liqueur contenant des traces d'iode libre sont absorbées immédiatement, et laissent percevoir la coloration violette caractéristique, même quand la liqueur est très-colorée.

» Lorsque le titre de la solution d'iode est établi par rapport à un poids connu d'acide tannique pur, cette liqueur d'épreuve peut être employée pour titrer les divers principes astringents, si l'on adopte, ainsi que l'ont fait les auteurs des procédés de dosage du tannin qui ont été publiés, l'acide tannique comme type du principe actif des matières astringentes. Mais, si l'on voulait faire des recherches très-exactes, il faudrait, pour chaque variété de matière astringente à étudier, établir le titre de la solution d'iode au moyen du principe astringent pur; par exemple, de l'acide cachutique pour le Cachou, de l'acide morintannique pour le *Morus tinctoria*, etc.; car la solution d'iode agit sans doute, comme les autres réactifs, dans des rapports différents sur les divers principes astringents, ce que je me propose du reste de vérifier.

» L'emploi de la solution d'iode permettant de doser très-exactement et très-rapidement l'acide tannique, j'ai cherché à utiliser ce procédé de titrage pour l'essai des écorces employées en tannerie. Dans ce but, j'ai fait

de nombreux essais pour rechercher si les matières extractives qui accompagnent le tannin, dans la décoction d'écorce de chêne, sont sans action sur la solution d'iode. Je ne rapporterai ici qu'une seule des expériences que j'ai faites, parce qu'elle me paraît suffisamment démonstrative.

» Une décoction d'écorces de chêne a été précipitée par l'acétate neutre de cuivre. Le tannate et le gallate de cuivre ont été séparés par filtration; la liqueur filtrée a été neutralisée par du carbonate de soude, puis filtrée de nouveau pour en séparer le carbonate de cuivre; 10 centimètres cubes de la solution limpide, après avoir été additionnés de 2 centimètres cubes de la lessive de carbonate de soude, n'ont demandé que $0^{cc},1$ de la solution d'iode, pour produire une réaction colorée sur l'amidon. Ce résultat montre bien clairement que les matières extractives n'agissent pas sur la solution d'iode, puisqu'il n'a été employé de cette solution que la quantité qui aurait été nécessaire si l'on avait opéré sur de l'eau distillée, et cependant la liqueur, séparée du tannate et du gallate de cuivre, contenait toutes les matières extractives, sauf une petite quantité d'acides bruns qui avaient été précipités par l'acétate de cuivre.

» Puisque, dans la décoction d'écorces de chêne, ce sont seulement les acides tannique et gallique qui absorbent la solution d'iode, le procédé de titrage que je propose peut être employé en toute sécurité pour l'essai des écorces tannantes.

» Je me suis assuré que l'acide gallique cristallisé décompose la solution d'iode, exactement dans la même mesure que l'acide tannique. Si donc on voulait doser séparément ces deux acides, il suffirait de déterminer d'abord le volume de solution d'iode correspondant aux acides tannique et gallique; puis, après avoir séparé l'acide tannique par la peau en poudre ou par la gélatine et l'alcool, de titrer l'acide gallique passé en dissolution. En retranchant du volume de la solution d'iode correspondant aux deux acides celui qui est afférent à l'acide gallique, on obtiendrait la quantité d'acide tannique. »

VITICULTURE. — *Éclosion de l'œuf d'hiver du Phylloxera de la vigne dans la Gironde; caractères de l'insecte.* Lettre de M. **P. Boiteau** à M. le Secrétaire perpétuel.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« J'ai l'honneur de porter à votre connaissance le résultat des études auxquelles je me suis livré, dans la Gironde, sur l'éclosion de l'œuf d'hiver du Phylloxera de la vigne.

» Le 27 mars dernier, ses diamètres avaient augmenté de $\frac{3}{100}$ et $\frac{6}{100}$ de millimètre; il était devenu plus clair, et sa couleur tirait sur le roux ambré; de difficilement apercevable, il était devenu très-visible. Son adhérence aux écorces était moindre par le dessèchement du pédicule qui le fixe. Ces observations n'ont fait que se confirmer depuis. Le 7 avril, j'ai constaté la présence de l'embryon, à travers ses enveloppes. Les premiers points visibles sont les yeux, puis viennent les pattes et les segments de l'abdomen. Sur la courbure qui correspond à la tête de l'insecte, on aperçoit une ligne noire, noueuse à sa partie concave. Cette ligne passe entre les deux yeux et se prolonge jusqu'au quart du grand diamètre de l'œuf. Elle forme une scissure par emporte-pièce (elle se détache sous la forme d'un croissant), qui divise l'extrémité de l'œuf en deux valves, laissant une ouverture par laquelle sort le jeune Phylloxera.

» Les 13, 14 et 15 avril, la température ayant brusquement baissé, le développement des embryons est resté stationnaire jusqu'au 18, et le 19, j'ai pu constater la présence de plusieurs Phylloxeras éclos du jour où de la veille, se promenant sous les écorces. Le 15, j'avais trouvé une coque vide, ce qui indiquait déjà quelques éclosions.

» L'éclosion de l'œuf d'hiver du Phylloxera de la vigne peut être fixée, dans la Gironde, au 15 avril. Une élévation de température précoce pourrait l'avancer de quelques jours.

» Au moment de l'éclosion, les œufs, qui étaient devenus pleins et brillants, se flétrissent de nouveau; ils se chiffonnent à leur partie postérieure; ils prennent une teinte brun-chocolat, et leur surface paraît chagrinée. La tête de l'insecte correspond à la partie opposée au point rouge, contrairement aux suppositions qui avaient été faites.

» L'insecte, après son éclosion, laisse sur place la coque de l'œuf, plissée à sa partie postérieure, et ouverte en deux valves à sa partie antérieure; elle est de couleur jaune-paille.

» Après sa naissance, le jeune Phylloxera reste un certain temps sous les écorces qui l'abritaient; ses mouvements, assez lents au début, deviennent plus rapides quand il a été découvert pendant quelques instants.

» Quelle est la durée de son séjour sous les écorces? Se nourrit-il quelque temps sur les lieux? Quelle direction prend-il? Nous l'ignorons encore, nous en faisons l'étude.

» Quelques heures après son éclosion, le produit de l'œuf fécondé présente les caractères suivants : sa couleur est jaune très-clair, sa forme participe de ses parents immédiats, son abdomen est cylindro-conique, ses

pattes sont très-longues et grêles; ses antennes, très-mobiles, sont allongées, striées en travers, et le dernier est fusiforme; il présente une légère échancrure en bec de flûte. Sur le devant du front, et entre les deux antennes, existent deux poils divergents très-visibles.

» Ils mesurent à la même époque de $\frac{30}{100}$ à $\frac{33}{100}$ de millimètre de longueur sur $\frac{14}{100}$ de millimètre de largeur; les antennes ont $\frac{9}{100}$ de millimètre de longueur et le troisième article, à lui seul, compte pour $\frac{6}{100}$ de millimètre. L'abdomen à $\frac{11}{100}$ de millimètre de longeur. Les pattes mesurent $\frac{14}{100}$ de millimètre. Le rostre a $\frac{16}{100}$ de millimètre et les stylets $\frac{18}{100}$ de millimètre.

» Je suppose que, dans quatre ou cinq jours, nous serons dans la période d'éclosion générale. Beaucoup d'œufs commencent à peine à montrer leur embryon. Je vais surveiller la marche de l'insecte, et ses différentes stations. »

M. Amiot adresse une Communication relative au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. Ch. Brame soumet au jugement de l'Académie un Mémoire concernant la recherche chimico-légale de l'arsenic.

« *Conclusions*. — 1° L'expert chimiste devrait employer, dans la recherche chimico-légale de l'arsenic et de l'antimoine, un flacon de grande capacité, rempli au quart ou au tiers, et introduire alternativement l'eau acidulée et la liqueur suspecte par petites quantités; de cette manière, on recueillera toujours dans le tube condensateur, en totalité ou en majeure partie, l'arsenic ou l'antimoine, si minime qu'en soit la quantité dans la liqueur d'essai.

» 2° La méthode des réactifs par la voie aériforme est très-supérieure à toute autre méthode, dans la recherche de l'arsenic et de l'antimoine. On peut aussi produire à volonté cinq ou six réactions, et même davantage, sur une très-petite quantité de substances sans la déplacer. On peut également volatiliser la substance, l'oxyder et la faire cristalliser, en tout ou en partie, dans le tube condensateur, fermé aux deux extrémités, et le rouvrir ensuite, pour le soumettre, comme l'arsenic et l'antimoine, en états liquides eux-mêmes, à l'action des réactifs appropriés de la voie aériforme.

» 3° Cette méthode pourra être employée avec autant davantage pour caractériser l'arsenic et l'antimoine qui se trouveraient mélangés, après

les avoir séparés par une chaleur convenable, soit à l'*état métallique*, soit après une *oxydation préalable*.

» 4° L'arsenic entraînant fréquemment, dans le tube condensateur de l'appareil de Marsh, des corps à l'état utriculaire, et l'acide arsénieux pouvant y présenter le dimorphisme ou d'autres anomalies de cristallisation, les experts devront tenir compte de ces particularités. »

(Commissaires : MM. Fremy, Wurtz, Berthelot.)

M. C. **Decharme** adresse une Note relative à la vitesse du flux thermique dans une barre de fer.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. P. **Germain** adresse une Note relative à un frein automatique, qu'on adapterait aux régulateurs des machines à vapeur, pour arrêter les rouages au moment où un corps étranger viendrait à s'y engager.

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres.)

M. J. **Salleron** adresse une Note sur la température d'ébullition des liquides spiritueux.

« En résumé, dit l'auteur en terminant, les sels et les substances solides dissoutes dans les spiritueux (sucres, tartrates, gommes, etc.) faussent considérablement l'indication de l'ébullioscope; la température d'ébullition des spiritueux est déterminée par la proportion d'eau et d'alcool contenue dans la liqueur, abstraction faite du volume occupé par les sels, en tant que ces derniers ne modifient pas eux-mêmes la température d'ébullition de l'eau. »

(Commissaires : MM. Dumas, Desains, P. Thenard.)

M. C. **François** adresse une Note relative à un projet de ventilation, pour le tunnel sous-marin de la Manche.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Franceschi** adresse une Note sur les services que peut rendre la presse, pour la rédaction et la transmission rapide des avertissements météorologiques agricoles.

(Commissaires : MM. Le Verrier, Ch. Deville, Pâris.)

CORRESPONDANCE.

M. Barth, M. Davaine, M. Marey prient l'Académie de les comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section de Médecine et Chirurgie, par le décès de M. *Andral.*

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une brochure de M. *F. Plateau*, intitulée : « Note sur une sécrétion propre aux Coléoptères dytiscides ».

ANALYSE. — *Théorème général sur les fonctions symétriques d'un nombre quelconque de variables*. Note de M. Jung, présentée par M. Ossian Bonnet.

« Soit $\varphi(x_1, x_2, \ldots, x_n)$ une fonction des n variables $x_1, x_2, \ldots, x_n$, et formons l'expression

$$(1) \qquad D_r = \left(\frac{d^m \varphi}{dx_1^{p_{\alpha_1}} dx_2^{p_{\alpha_2}} \ldots dx_n^{p_{\alpha_n}}}\right)_{\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n}^{\beta_1, \beta_2, \ldots, \beta_n},$$

dans laquelle $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n$ est un groupe des nombres $1, 2, 3, \ldots, n$ *pris à volonté*, parmi les $1.2.3\ldots n = n!$ permutations possibles; $\beta_1, \beta_2, \ldots, \beta_n$ est un autre groupe des mêmes nombres $1, 2, 3, \ldots n$, *déterminé* par le précédent; on verra après comment $p_{\alpha_1}, p_{\alpha_2}, \ldots, p_{\alpha_n}, m$ sont des nombres entiers et positifs quelconques tels que $p_{\alpha_1} + p_{\alpha_2} + \ldots + p_{\alpha_n} = m$.

» Le symbole D_r indique que l'on dérive la fonction φ successivement, p_{α_1} fois par rapport à x_1, p_{α_2} fois par rapport à $x_2, \ldots, p_{\alpha_n}$ fois par rapport à x_n, et que, cette opération finie, on substitue aux x, *avec les indices supérieurs*, les x *avec les indices inférieurs*, c'est-à-dire aux $x_{\beta_1}, x_{\beta_2}, \ldots, x_{\beta_n}$ les $x_{\alpha_1}, x_{\alpha_2}, \ldots, x_{\alpha_n}$; il exprime en même temps ce dernier résultat.

» Cela posé, *si $\varphi(x_1, x_2, \ldots, x_n)$ est une fonction symétrique des n variables, les $1.2.3\ldots n = n!$ dérivées partielles $D_1, D_2, \ldots, D_{n!}$, que l'on obtient de* (1), *en prenant pour $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n$ tous les groupes possibles des indices $1, 2, 3, \ldots, n$, sont égales.*

» Pour fixer le groupe $\beta_1, \beta_2, \ldots, \beta_n$ et former systématiquement les $n!$ dérivées partielles $D_1, D_2, \ldots, D_{n!}$, on considérera les $n!$ permutations de $1.2.3\ldots n$ dans un ordre déterminé, et précisément on prendra comme

premier groupe 1.2.3...n, dans l'ordre naturel des nombres; en y permutant *deux* indices seulement, on formera le deuxième groupe; en permutant dans celui-ci *deux* indices, on formera le troisième groupe, etc., de manière que deux groupes consécutifs deviennent identiques si l'on permute dans l'un des deux *deux* indices seulement.

» On indiquera par 1.2.3... $n!$ les groupes pris dans cet ordre.

» Alors on aura D_r mettant en (1) pour $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n$ les indices du groupe $r^{\text{ième}}$ et pour $\beta_1, \beta_2, \ldots, \beta_n$ les indices du groupe

$$(r-1)^{\text{ième}}\,[r = 2.3\ldots n!].$$

Quant à $r=1$, on prendra

$$D_1 = \left(\frac{d^m\varphi}{dx_1^{p_1}\,dx_2^{p_2}\ldots dx_n^{p_n}}\right)_{1.2.3\ldots n}^{1.2.3\ldots n} = \frac{d^m\varphi}{dx_1^{p_1}\,dx_2^{p_2}\ldots dx_n^{p_n}}.$$

» *Exemples.* — 1° Si $n=3$, $\varphi=\varphi(x_1, x_2, x_3)$, on a

$$\frac{d^m\varphi}{dx_1^{p_1}\,dx_2^{p_2}\,dx_3^{p_3}} = \left(\frac{d^m\varphi}{dx_1^{p_1}\,dx_2^{p_3}\,dx_3^{p_2}}\right)_{1.3.2}^{1.2.3} = \left(\frac{d^m\varphi}{dx_1^{p_2}\,dx_2^{p_3}\,dx_3^{p_1}}\right)_{2.3.1}^{1.3.2}$$

$$= \left(\frac{d^m\varphi}{dx_1^{p_2}\,dx_2^{p_1}\,dx_3^{p_3}}\right)_{2.1.3}^{2.3.1} = \left(\frac{d^m\varphi}{dx_1^{p_3}\,dx_2^{p_1}\,dx_3^{p_2}}\right)_{3.1.2}^{2.1.3} = \left(\frac{d^m\varphi}{dx_1^{p_2}\,dx_2^{p_3}\,dx_3^{p_1}}\right)_{3.2.1}^{3.1.2};$$

$$p_1 + p_2 + p_3 = m. \text{ »}$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le cyanure-cyanate de chloral.* Note de M. **C.-O. Cech**, présentée par M. Wurtz.

« En mélangeant des parties équivalentes, en solutions étendues, d'hydrate de chloral, de cyanate de potasse et de cyanure de potassium, il se produit une violente réaction avec abondant dégagement d'acide cyanhydrique. On obtient ainsi une huile qui se solidifie bientôt, et forme de fines aiguilles blanches, souvent très-longues. Ces cristaux sont solubles dans l'éther, l'alcool, l'acide acétique glacial, le sulfure de carbone et l'eau; ils fondent à 80 degrés. Ce corps se dépose en aiguilles de la solution alcoolique par addition d'eau, fond sur la lame de platine avec dégagement d'acide cyanhydrique et d'isonitrile. L'analyse lui a fait donner la formule $C^4H^3Cl^3Az^2O^2$, qui correspond à un corps composé de chloral, d'acide cyanhydrique et d'acide cyanique :

$$C^2HCl^3O + CAzH + CAzOH = C^4H^3Cl^3Az^2O^2,$$

et par suite comme un produit d'addition des acides cyanique et cyanhydrique avec le chloral.

» Cette combinaison se produit en effet par l'action du cyanate de potasse sur le cyanure de chloral. Tous les essais pour donner à la réaction précédente une autre signification, et au corps une autre constitution, sont demeurés sans effet; les produits de décomposition ne laissaient accepter que ces trois composants. Dans l'eau chaude, le nouveau corps donne de l'acide cyanhydrique et de l'acide formique. Bouilli avec de l'acide chlorhydrique, il donne du chlorhydrate d'ammoniaque. Distillé avec de la vapeur d'eau, il produit de l'acide chlorhydrique, carbonique, formique et cyanhydrique. Il se sublime partiellement, sans décomposition, en longues aiguilles soyeuses, ce qui est assez remarquable pour un corps si complexe. Chauffé dans un tube avec de l'eau à 150 degrés, il se décompose en acide chlorhydrique et en chlorhydrate d'ammoniaque. Le cyanure-cyanate de chloral *offre le premier exemple, connu jusqu'à présent, de la propriété qu'ont les acides cyanhydrique et cyanique de fournir des produits d'addition avec une aldéhyde*. Sous l'influence de l'acide chlorhydrique, il ne produit pas d'acide lactique trichloré, mais du chlorhydrate d'ammoniaque. Avec l'aniline, la toluidine et l'éthylamine, il produit les premiers amides du chloral préparés jusqu'ici.

» Je suis occupé à étudier l'action des acides cyanhydrique et cyanique sur d'autres aldéhydes, ainsi que les amides du chloral. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Le soufre dans le gaz d'éclairage*. Note de M. A. Vérigo, présentée par M. Berthelot. (Extrait.)

« J'ai déterminé la quantité de soufre dans le gaz d'éclairage d'Odessa, tel qu'il est livré après la purification à la consommation. J'ai trouvé que 100 pieds cubes anglais de ce gaz renfermaient, au mois de novembre, 2 grammes, $1^{gr},81$, $1^{gr},9$, $1^{gr},9$, $2^{gr},01$ de soufre; au mois de décembre $2^{gr},2$ de soufre.

» Avec ce gaz, renfermant environ 2 grammes de soufre sur 100 pieds cubes anglais, j'ai fait les expériences suivantes.

» Dans une chambre de 10000 pieds cubes de capacité, et dont l'air a été complétement renouvelé avant l'expérience, on a placé, à diverses hauteurs, des papiers trempés du réactif pour l'acide sulfureux (amidon et iodate de potasse), et l'on a allumé dix becs de gaz. Après dix minutes, les réactifs de niveau supérieur ont montré très-nettement la présence de l'acide sulfureux. Après quinze minutes, la présence de cet acide se manifesta à un niveau intermédiaire, et, après trente minutes, des réactifs disposés

presque au plancher ont attesté l'acide sulfureux dans la couche la plus inférieure. De cette manière, environ 40 papiers réactifs incolores au début de l'expérience se sont colorés d'un bleu très-intense, et dans chacun de ces papiers on a pu facilement démontrer la présence de l'acide sulfurique. J'ai remarqué que l'acide sulfureux est très-inégalement répandu dans l'air de la chambre. En s'élevant avec les autres produits chauds de la combustion, il se trouve dans les couches supérieures en quantité plus grande; mais on remarque, dans les couches du milieu et dans les couches inférieures, des accumulations accidentelles considérables. A des couches pauvres en acide sulfureux succèdent des couches qui en sont très-riches. En quelques points, les proportions d'acide sulfureux sont assez grandes pour que l'on puisse sentir l'odeur piquante de cet acide.

» 2. Un paquet de fil de coton, du poids d'environ 450 grammes, lavé à l'eau distillée pour constater qu'il ne contient pas la moindre trace d'acide sulfurique, puis séché, mais incomplétement, a été suspendu dans la même chambre. On a allumé dix becs de gaz, et, après deux ou trois heures, l'expérience était terminée. Les fils, alors complétement secs, ont été lavés à l'eau distillée. Cette eau de lavage avait une réaction fortement acide, persistant après l'ébullition; elle renfermait des quantités insignifiantes d'acide sulfureux, et son acidité dépendait de la présence d'acide sulfurique. En déterminant, dans quelques expériences, les quantités de ce dernier acide, je les ai trouvées variables entre 0,05 et $0^{gr},1$. Cette expérience prouve que l'acide sulfureux, produit de la combustion du gaz, peut, dans des circonstances semblables à celle de l'expérience, s'oxyder très-facilement et se fixer à l'état d'acide sulfurique sur des objets environnants. Je crois que les circonstances décrites se retrouvent facilement dans un magasin d'étoffes, d'habits, etc. Les objets exposés dans ces magasins possèdent, au moins en hiver, l'état d'humidité convenable. On a donc toutes les conditions pour que la quantité d'acide sulfurique, une fois déposée sur un objet, aille en augmentant : cet acide ne tardera pas à produire son action destructive qui, au premier abord, n'est accusée par aucun phénomène visible. La réaction acide qui s'est communiquée à l'eau de lavage, et qui ne disparaît pas à l'ébullition prouve que la quantité d'ammoniaque atmosphérique n'était pas suffisante pour saturer tout l'acide sulfurique formé.

» J'ai été conduit ainsi à penser qu'on devrait pouvoir trouver les traces de l'action destructive de l'acide sulfurique sur les différents objets

exposés dans les magasins éclairés par le gaz : ces traces sont nombreuses à Odessa; je me contenterai de citer un exemple.

» Je conserve encore une partie métallique d'une lampe, ayant la forme d'une assez grosse boule, qui avait été exposée dans un magasin bien éclairé par le gaz, à Odessa. Cette boule a bientôt perdu son éclat et est devenue verdâtre. En l'examinant, j'ai trouvé que sa surface était corrodée et couverte d'une substance verdâtre. En lavant la boule à l'eau distillée, j'ai obtenu une solution incolore, troublée par la présence d'une substance verte en suspension. La solution avait une réaction acide, contenait de l'acide sulfurique et donnait à l'évaporation des cristaux de sulfate de zinc, reconnus par diverses réactions. L'analyse montra que l'alliage métallique formant la boule contenait du cuivre et du zinc. Il est facile maintenant de comprendre l'altération prompte de cet alliage, dans l'atmosphère chargée des produits de combustion d'un gaz contenant 2 grammes de soufre sur 100 pieds cubes anglais. »

M. **Berthelot** appelle l'attention de l'Académie sur l'intérêt des résultats annoncés par M. Vérigo. Il ajoute que, s'il est aisé de priver le gaz d'éclairage d'hydrogène sulfuré, il n'en est pas de même de la vapeur de sulfure de carbone et autres composés volatils analogues, dont la séparation industrielle offre de grandes difficultés.

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la fructification de quelques végétaux silicifiés, provenant des gisements d'Autun et de Saint-Étienne.* Note de M. **B. Renault**, présentée par M. Decaisne.

« I. *Frondes et fructifications des* Zygopteris. — Le genre *Zygopteris* a été établi par Corda, sur des échantillons signalés pour la première fois par Cotta, qui en a décrit les pétioles (1). J'ai exposé, de mon côté (2), la structure détaillée de la tige et de plusieurs pétioles appartenant à des espèces différentes de celles signalées par mes devanciers. Mais il manquait à la connaissance complète de ces plantes curieuses celle des feuilles et des fructifications.

» Je crois pouvoir aujourd'hui combler cette lacune.

» Dans les magma siliceux de Saint-Étienne, on rencontre des agglo-

(1) *Dendrolithen*, p. 19.

(2) *An. Sc. nat.*, 5e série, t. XII.

mérations de capsules allongées, légèrement arquées, réniformes, de 2,5 à 3 millimètres de longueur, et de 1 à $1^{mm},3$ de diamètre, fixés par leur extrémité à des pédicelles très-courts, réunis eux-mêmes en nombre variable de 3 à 8, en forme de bouquet, sur un petit support commun.

» La coupe transversale d'une de ces capsules est circulaire; les parois, formées d'un seul rang de cellules, contiennent un sac généralement libre, dont la cavité est remplie de nombreuses spores; une coupe longitudinale fait voir la forme arquée de la capsule et son mode d'insertion sur le pédicelle qui la supporte, tandis que les coupes longitudinales indiquent un *anneau* élastique qui en fait le tour, et dont le plan longitudinal est perpendiculaire au plan de courbure de la capsule. Les spores sont formées de deux enveloppes, l'une sphérique extérieure; l'autre intérieure, plus sombre et plissée.

» Les fragments de pétioles rencontrés au milieu de la masse des capsules présentent une section transversale circulaire à faisceau vasculaire central; ces pétioles sont analogues à ceux des rachis du *Zygopteris*, dont j'ai trouvé quelques fragments associés aux fructifications; il est donc très-probable que ces dernières ont été portées par les pétioles qui se trouvent au milieu d'elles et que par conséquent ce sont bien les fructifications des *Zygopteris*.

» M. Grand'Eury a décrit, dans son important travail (1) sur la *Flore fossile carbonifère du département de la Loire*, plusieurs espèces de *Schizopteris*, à l'une desquelles il a donné le nom de *Schizopteris pinnata;* de plus, ce savant a rencontré des fructifications qu'il désigne sous le nom d'*Androstachys*. Or ces fructifications sont absolument identiques avec les fructifications silicifiées citées plus haut et l'on arrive ainsi à cette conclusion importante que certaines espèces de *Schizopteris*, de la famille des Fougères, sont les frondes pinnées des *Zygopteris*.

» Si les déductions précédentes sont exactes, les *Zygopteris*, dont on connaît anatomiquement la tige et les pétioles, ont eu pour fronde stérile le *Schizopteris pinnata*, et pour frondes fertiles les *Androstachys*.

» II. *Fructifications spiciformes*. — Les fructifications spiciformes du terrain houiller, qui se rapportent aux Calamites et aux Calamariées, sont désignées, comme on sait, sous les noms de *Bruckmannia*, *Volkmannia*, *Huttonia* (Sternberg), *Macrostachya* (Schimper), *Cingularia* (Weiss), etc.

---

(1) Ce travail, sur le Rapport de M. Brongniart, est imprimé dans les *Mémoires des Savants étrangers à l'Académie*, t. XXIV.

» Malheureusement, la plupart de ces fructifications ne sont connues qu'à l'état d'empreintes, et l'on sait qu'il reste souvent bien des doutes, après l'examen le plus attentif de la meilleure empreinte, surtout s'il s'agit d'une plante de la période houillère.

» Des épis calcifiés ou silicifiés, qui se rapportent aux groupes précédents, ont été décrits en détail et successivement par M. Ludwig (1865), Carruthers (1867), Binney (1868), Williamson (1869-70). Mais la plupart rentrent dans les *Bruckmannia*.

» D'autres font partie des *Volkmannia*.

» Enfin, une portion d'épi renfermant des macrosporanges appartient aux *Macrostachya*.

» 1° *Bruckmannia Grand'Euryi*. — Cet épi est formé d'un axe portant des verticilles alternativement stériles et fertiles ; les bractées stériles, au nombre de 36 ou 24, suivant les espèces, après avoir formé une sorte de plancher horizontal par leur soudure, se redressent verticalement et dépassent le milieu de l'entre-nœud. Les verticilles fertiles sont composés de 18 ou 12 sporangiophores, qui s'éloignent perpendiculairement de l'axe, à peu près au milieu de la distance qui sépare deux verticilles stériles; ces sporangiophores sont réunis par une lame cellulaire verticale au verticille stérile supérieur ; il y a ainsi 18 ou 12 cloisons rayonnant autour de l'axe; le bord externe de la lame cellulaire est garni d'une sorte de bande de tissu élastique, qui part du verticille stérile pour se souder à l'extrémité du sporangiophore qu'elle dépasse par le bas. Le sporangiophore est parcouru par un faisceau vasculaire qui, arrivé vers son extrémité, se bifurque en deux courtes branches horizontales qui partent de chaque côté de la cloison. Ces deux branches se subdivisent à leur tour en deux, pour s'épanouir à la base de 4 sporanges disposés par paire de chaque côté de la cloison. A la maturité, l'enveloppe des sporanges se déchire et les lames cellulaires, ainsi que le sporangiophore, sollicités par la traction de la lame élastique, laissent échapper les spores. J'ai trouvé dans certains cas les enveloppes des sporanges déchirées et vides, encore en place entre les lames cellulaires; dans d'autres cas, le sporange était rempli de cellules mères renfermant 4 spores et parfaitement visibles.

» 2° *Volkmannia*. — La structure anatomique des *Volkmannia* n'a pas encore été exactement décrite; mais voici ce que j'ai observé sur deux échantillons provenant d'Autun et dont l'un se rapporte au sommet de l'épi, et l'autre à sa partie moyenne. Les deux fragments n'appartiennent pas au même épi. Leur axe, terminé en cône surbaissé, porte, à des intervalles de

2 ou 4 millimètres, suivant les échantillons, des verticilles de bractées stériles d'abord horizontales, mais non soudées en plancher, comme dans les *Bruckmannia;* elles se redressent ensuite à une certaine distance de l'axe et atteignent le haut du deuxième entre-nœud. Dans la partie redressée, la bractée est étroite, subulée; leur nombre s'est trouvé de 20 dans l'un des échantillons et de 28 dans l'autre. A l'aisselle de ces bractées, et de deux en deux, sur un même verticille, prend naissance un sporangiophore qui s'écarte obliquement de l'axe; son extrémité se termine par une masse cellulaire discoïde, dans laquelle vient s'épanouir un faisceau vasculaire qui suit sa longueur et qui se distribue sous 4 sporanges, dont la base plonge dans le tissu charnu du disque. A la maturité, cette partie cellulaire disparaît. Le nombre des sporangiophores est moitié moindre que celui des bractées. Certaines analogies dans la grandeur, le nombre et la forme des bractées, me font croire que les épis décrits sous le nom de *Volkmannia gracilis* pourraient être le type auquel se rapportent nos échantillons silicifiés.

» 3° *Macrostachya.* — Ce fragment d'épi, comme les précédents, provient d'Autun; son diamètre est de 25 à 26 millimètres; le rapprochement des verticilles, dont la distance est de $4^{mm},5$, la forme et la disposition des bractées assimilent ce fragment à l'*Equisetites infundibuliformis,* épi fructifié des *Macrostachya.*

» Les bractées qui forment les verticilles successifs autour de l'axe sont soudées en un disque continu, dont les bords relevés se divisent en lames courtes, aiguës, qui s'appliquent sur un prolongement circulaire dépendant du verticille supérieur. Les sporanges assez grands renferment des spores dont la grosseur dépasse beaucoup celle des mêmes organes des épis précédents et doivent être regardés comme des *macrospores.* Je n'ai trouvé aucun sporangiophore; les sporanges, disposés en un seul rang, reposent sur le plancher formé par les bractées. »

MÉTÉOROLOGIE NAUTIQUE. — *Nouvelles recherches météorologiques sur la circulation des couches inférieures de l'atmosphère dans l'Atlantique nord.* Note de M. **Brault**, présentée par M. le vice-amiral Jurien de la Gravière.

« Maury a dessiné lui-même, sur une mappemonde hydrographique (projection de Mercator), la circulation générale des couches inférieures de l'atmosphère, telle qu'il l'envisageait.

» Pour l'Atlantique nord, cette circulation lui paraissait ainsi définie :

1° une bande de calmes, un peu au-dessus de l'équateur; bande partout parallèle à l'équateur, si ce n'est près de la côte d'Afrique où il la relevait vers le nord-est; 2° au-dessus de cette bande de calmes, une large bande de nord-est, les alizés, qu'il terminait à un parallèle situé près des tropiques; 3° au-dessus des alizés, une petite bande de calmes et de folles brises (calmes des tropiques); 4° enfin, au-dessus des calmes du Cancer des vents de sud-ouest, d'ouest et de nord-ouest.

» Maury donnait, en outre, à cette circulation générale un mouvement d'ensemble, et disait non sans raison : « les vents suivent le Soleil, » c'est-à-dire la bande des calmes équatoriaux descend avec le Soleil en hiver, remonte avec lui en été, et dans son mouvement entraîne tous les autres vents. Il indiquait aussi sur sa carte une déformation, suivant les saisons, de la bande des calmes de l'équateur. La déformation indiquée était bien dans le sens de la vérité, mais elle était loin d'y être entièrement conforme.

» Quelle que soit l'admiration justement méritée qui s'attache à l'ensemble des œuvres de Maury, il est certain que cette circulation de l'atmosphère par zones, telle qu'il l'a imaginée, ne laissera aucune trace dans la Science; car elle est en contradiction avec toutes les observations connues, aussi bien avec les siennes qu'avec les nôtres. Et peut-être est-ce ici le moment de rappeler à l'Académie que le grand travail de Météorologie nautique que j'ai commencé il y a quelques années m'a permis d'accumuler plus de 650 000 observations (1) sur les vents de l'Atlantique nord, là où Maury n'en avait réuni que 196000; et que par conséquent il n'est pas étonnant que je sois aujourd'hui en mesure de rectifier plusieurs des assertions du célèbre américain, d'en compléter certaines autres, et d'ajouter aux connaissances déjà acquises certains faits nouveaux, relatifs à ce grand bassin de l'Atlantique nord dont les phénomèmes météorologiques intéressent si vivement toutes les contrées de l'Europe.

» Pour étudier la circulation générale atmosphérique dans un des grands bassins océaniques, la carte d'été de ce bassin est la meilleure à consulter. Plaçons-nous donc en face de la carte Juillet-Août-Septembre de l'Atlantique nord, et voyons ce qu'elle enseigne.

» Lorsqu'un officier d'état-major étudie la carte d'un pays sur lequel il doit faire combattre et manœuvrer des troupes, il voit peu à peu se détacher de cette carte des points qui, pour n'être pas marqués sur le plan d'une façon spéciale, n'en prennent pas moins dans son esprit une valeur toute

(1) Voir les *Comptes rendus*, séance du 6 septembre 1875.

particulière; il les appelle les points *stratégiques.* De même, un météorologiste, en présence de la carte Juillet-Août-Septembre de l'Atlantique nord, distinguera bientôt sur cette carte, à mesure qu'il l'étudiera, *quatre points météorologiques principaux,* en quelque sorte les clefs de la situation.

» Ces quatre points météorologiques principaux sont : d'une part, *le golfe du Mexique et le Sahara;* de l'autre, *les Açores et la région maximum des calmes.*

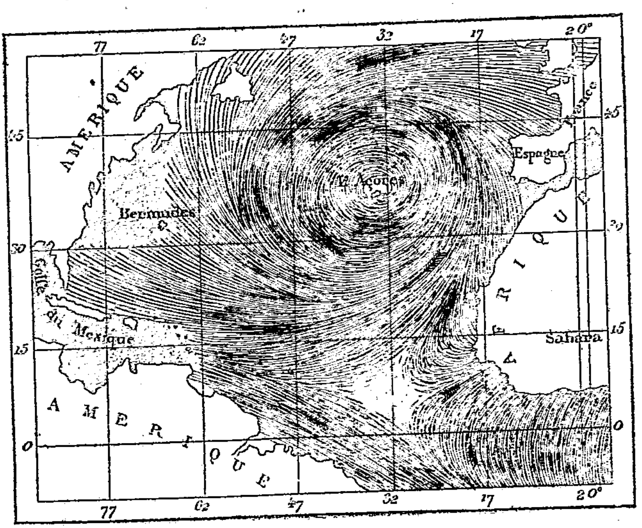
» Le golfe du Mexique et le Sahara, les plus importants, sont deux points de convergence des vents. Et en effet, qu'on suive le mouvement général des alizés de nord-est, soit du côté du Mexique, soit près de la côte d'Afrique ; qu'on suive également le mouvement des alizés de sud-est, soit du côté de l'Afrique, soit vers les Antilles, on trouvera toujours ces alizés se dirigeant les uns et les autres (en quelque endroit qu'on les considère), ou vers le Sahara, ou vers le Mexique. Il y a donc continuité absolue du mouvement général des alizés, et, de plus, convergence de ces vents au Sahara et au golfe du Mexique.

» De cette convergence ainsi définie résulte tout naturellement et presque forcément, pour cause de continuité, qu'au milieu de l'Atlantique se trouve une portion de calmes à droite desquels les vents sont ouest et se dirigent vers l'Afrique, tandis qu'à gauche ils sont est et vont aux Antilles. Ces calmes, qui établissent vers le milieu de l'Atlantique une limite des effets du Sahara et du golfe du Mexique, sont situés entre 5 à 10 degrés latitude N. et 32 à 42 degrés longitude O. ; ils forment ce que nous avons appelé la *région maximum des calmes,* et constituent, comme on le voit sur la carte, un des quatre points météorologiques principaux.

» Quant aux Açores, autour d'elles se dessine un immense tourbillon tournant en sens direct et d'où s'échappe, dans le nord-ouest des îles, assez loin du centre, comme une grande gerbe de vent, qui, d'abord sud-sud-ouest, devient sud-ouest, puis ouest-sud-ouest pour former bientôt les vents d'ouest des latitudes élevées. Près du centre du tourbillon, les vents qui sont ouest au-dessus se courbent et deviennent successivement sur la droite ouest-nord-ouest, nord-ouest, nord-nord-ouest, puis nord par le travers du cap du Finistère. A partir de là, tandis que, près des Açores et au-dessous, les vents continuent leur mouvement de rotation nord-est, est, est-sud-est, sud, on aperçoit comme une autre gerbe immense qui, se détachant du tourbillon, non loin du cap Finistère lui-même, se courbe insensiblement, mais aussi régulièrement que le ferait une courbe mathématique des plus simples, et, traversant l'Atlantique pour se rendre au

golfe du Mexique, forme sur sa route ce qu'on est convenu d'appeler les *vents alizés*.

» Tel est le tableau de la circulation des vents d'été dans l'Atlantique, telle qu'elle résulte de la carte météorologique Juillet-Août-Septembre, et, pour la mieux mettre en évidence, nous l'avons dessinée ci-dessous.



Carte de la circulation générale des vents d'été dans l'Atlantique nord.

Nota. — On remarquera sans doute que, près des Bermudes, cette petite carte ne renferme aucune indication. C'est qu'en effet, pour cet endroit, on n'aperçoit pas sur les *cartes de moyennes* la marche générale des vents; les courbes de direction s'y enchevêtrent sans rien donner. Est-ce à dire que de bonnes cartes mensuelles, quand on les aura, éclaireront ce point obscur de la circulation atmosphérique? Rien ne le prouve malheureusement. Peut-être même est-il présumable qu'il faudra, pour voir ce qui se passe aux environs de ces îles, le secours des *cartes simultanées.* »

ICONOGRAPHIE BOTANIQUE. — *Procédé pour prendre l'empreinte des plantes.* Note de M. **Bertot**, présentée par M. P. Duchartre. (Extrait par l'auteur.)

« Les substances nécessaires pour l'emploi de ce procédé sont simplement : une grande feuille de papier, de l'huile d'olives (ou autre), de la plombagine, de la cendre, de la résine (ou colophane).

» Le papier, après avoir été légèrement huilé, *d'un côté seulement*, est plié

de façon que le corps gras soit renfermé dans les plis, c'est-à-dire plié en quatre. Cette disposition a pour but de laisser filtrer l'huile très-également à travers les pores du papier et *d'éviter que la plante ne soit en contact direct avec elle.*

» La plante ou la partie de la plante dont on veut obtenir l'empreinte est alors déposée entre les rectos du dernier pli fait sur le papier huilé, qui lui-même peut être renfermé dans quelques feuilles de papier ordinaire et de même dimension que lui, afin d'être toujours disponible au moment du besoin. Par la seule pression de la main passée à plusieurs reprises et dans tous les sens, on parvient à faire adhérer une très-petite quantité d'huile à la surface du végétal. Celui-ci est alors prêt à donner son impression.

» La plante retirée du papier huilé est déposée avec précaution sur du papier blanc. Comme elle a reçu le corps gras sur ses deux faces, elle est apte à donner deux épreuves; il y a donc avantage à la placer entre deux feuilles de papier. On répète la pression avec la main passée à plat comme précédemment, en ayant soin toutefois de maintenir la fixité la plus complète.

» Quand on vient à enlever la plante, son image existe sur le papier, mais elle est invisible. Pour la faire apparaître, on saupoudre le papier avec une quantité convenable de plombagine, puis on promène celle-ci en tous sens, comme on le fait quand on veut sabler l'écriture. Le dessin se relève alors dans toutes ses parties. On peut se rendre compte de l'effet obtenu, le modifier au besoin, selon son goût et sa fantaisie, en augmentant ou diminuant l'huile dans le papier huilé.

» Le charbon, le noir de fumée pourraient être employés comme la plombagine; mais certains papiers les retiennent opiniâtrement autour du dessin, et le nettoyage complet en devient alors assez difficile.

» Avec un assortiment de couleurs, avec des pastels en poudre par exemple, on peut reproduire les couleurs naturelles des végétaux en répartissant les couleurs aux places convenables.

» Pour ôter l'excès de plombagine qui salit quelquefois le papier, j'emploie simplement la cendre du foyer; promenée à son tour sur le papier, elle respecte les traits du dessin et emporte avec elle tout ce qui est nuisible, laissant au papier sa blancheur première.

» Il restait une condition à remplir, c'était de donner au dessin la solidité et la fixité nécessaires afin de l'empêcher de disparaître ou d'être effacé

au moindre frottement. Ce résultat a été obtenu par l'addition à la plombagine et aux autres couleurs de résine en poudre en poids égal. La résine ou colophane est une substance de très-peu de valeur; j'ai aussi pu m'en servir très-utilement pour le nettoyage et pour remplacer la cendre, surtout avec les poudres colorées.

» Le dessin est fixé quand il est exposé à une chaleur suffisante pour faire fondre la résine, soit devant un foyer, soit par l'application d'un fer chaud, l'huile, la plombagine et la résine formant alors un seul tout capable de résistance par suite de leur union intime.

» Sans doute les empreintes ne sont pas toujours d'un dessin correct et accompli; mais elles ont le mérite de l'exactitude. Le dessinateur qui voudrait les compléter trouverait sa tâche singulièrement abrégée. Cependant il est des cas où une empreinte naturelle, sans retouches, quoique imparfaite, est préférable à un dessin terminé. »

PALÉONTOLOGIE. — *Note géologique et anthropologique sur le mont Vaudois et la caverne de Cravanche;* par M. F. **Voulot**. (Présenté par M. de Quatrefages.)

« Le mont Vaudois est une colline de calcaire oolithique (gr. oolithe) dominant la plaine d'une hauteur de près de 300 mètres. Cette colline, dont les couches s'inclinent à 15 degrés environ du nord vers le sud, offre au nord une ligne de roches taillées à pic.

» L'emplacement de ce point culminant devait convenir à merveille pour un camp. Aussi un *vallum* de 400 mètres de développement a-t-il toujours passé pour un rempart de camp romain. Ce *vallum* forme un triangle isoscèle élevé, dont les deux côtés longs seraient convexes. L'un des côtés longs et la base sont formés par le *vallum*, tandis que le troisième côté, de 270 mètres de longueur, est constitué par les roches. Le *vallum* est une sorte de muraille grossière, à pentes douces, toute remplie de taches noirâtres. Elles m'ont présenté tous les éléments des sépultures par incinération. J'y ai même rencontré le squelette carbonisé d'une jeune fille. En outre, une vingtaine de squelettes assez bien conservés ont été exhumés par moi, tant du *vallum* funéraire que de quelques-uns des nombreux *tumuli* qui l'environnent. Les corps sont datés admirablement par les instruments nombreux d'os et de pétrosilex qui les accompagnaient.

» Les corps contenus dans les sarcophages étaient couchés sur les omoplates et la hanche gauche, les genoux violemment repliés.

» Les individus sont en général d'une taille un peu au-dessous de la moyenne. Au mont Vaudois, sur dix corps, elle devait être de $1^m,626$. Les corps sont trapus en général. Ainsi un squelette, que j'ai pu recueillir en entier, offre une tête assez volumineuse, tandis que les proportions de quelques os longs sont les suivantes : fémur, $0^m,40$; humérus, $0^m,29$; clavicule, $0^m,132$. La brièveté de la clavicule montre que le thorax n'était pas très-large ; mais les articulations sont très-volumineuses, les attaches musculaires très-saillantes. La clavicule, épaisse, raboteuse, tourmentée dans son contour, accuse un grand déploiement de force.

» Toutefois, il y a une assez grande variété de types dans les sépultures que j'ai rencontrées, tant sous quelques tumuli environnants que sous le *vallum* lui-même. Les crânes sont en général dolichocéphales, sans exagération. Il en est un, par exception, qui est étonnamment long, étroit sur le devant ; mais comme il correspond à une face très-longue et étroite, à un squelette très-allongé, je ne pense pas qu'il y ait eu dans ce crâne une déformation artificielle. Un crâne de femme, au contraire, très-épais, est presque brachycéphale. L'angle facial est en général assez ouvert, le front un peu déprimé ; l'appareil maxillaire, presque sans prognathisme, est en général très-vigoureux ; la ligne médiane orbitaire descend vers l'extérieur. Nulle cavité olécranienne percée dans les fémurs. L'usure précoce des dents, comme aussi le grand nombre d'os fendus en long, nous montre que les tribus inhumées au mont Vaudois vivaient de chasse surtout. Elles ont laissé comme débris de leurs repas funéraires un grand nombre d'os de *Bos priscus*, de cerf gigantesque des cités lacustres de Suisse (*Cervus elaphus*), de sanglier, peu de chèvre ou chevreuil, point de cheval. En général, le mont Vaudois nous montre les restes de tribus d'assez petite taille ou de moyenne taille, d'une constitution vigoureuse, habituées aux fatigues et aux privations, et maintenues dans l'état sauvage.

» A Cravanche, la côte du *Mont* est un long plateau de calcaire battunien dont les couches sont inclinées du nord au sud, comme celles du mont Vaudois, situé en face. Toutefois, au Mont, l'inclinaison, plus considérable, atteint 30 degrés maximum. La caverne s'ouvre au versant nord de la colline, à 400 mètres environ d'altitude. Des hommes dont j'honore le savoir ont affirmé que la mer crétacée avait baigné et couvert le Mont à une certaine époque. Je pense que cette hypothèse ne saurait être admise, puisque aucune trace de cette mer ne se fait remarquer à moins de 40 kilomètres de notre colline. On peut même facilement suivre les contours de

la mer crétacée au pied des derniers plateaux du Jura et des Vosges, fort au-dessous de l'altitude du Mont. Mais, autant cette hypothèse me paraît peu fondée, autant il me paraît logique de croire qu'à une époque relativement récente, il y eut une mer d'eau douce qui baigna le versant nord du Mont. Cette nappe d'eau a dû être produite par la fonte des glaciers des Vosges, dont quatre moraines ne sont éloignées du Mont que de 7 à 8 kilomètres. L'observateur placé près du Mont, sur le Salbert, suit encore facilement de l'œil les rivages de cette mer qui se festonnent en petites berges sur les pentes inférieures du Mont.

» La rupture a dû produire un violent cataclysme et, minant les rivages de la nappe d'eau un peu partout, avoir ses effets les plus considérables aux environs de l'exutoire. C'est ce qui s'est effectué tout naturellement en produisant une faille le long du rivage, au versant septentrional du Mont. Cette faille, affouillée ensuite par les eaux, c'est la caverne dont je vais parler.

» La caverne se compose d'une salle demi-circulaire, de 35 mètres environ de longueur, sur 10 de hauteur maximum et 15 à 18 de largeur. La paroi qui la termine au sud est la roche en place, c'est-à-dire disposée selon l'inclinaison générale des couches de la montagne. Une galerie arrondie, creusée par les courants, pénètre derrière cette paroi à 30 mètres de distance, en suivant la même pente. Le plafond de la grande salle est formé d'une seule couche dont l'inclinaison est encore la même, et il est facile de reconnaître que les eaux sont entrées dans la montagne, en minant une roche à l'extrémité sud-ouest de la caverne. C'est aussi par ce point que pénétrèrent les habitants du pays à l'époque néolithique. La roche minée dessina un auvent qui, en s'effondrant plus tard, rendit jusqu'à nos jours l'accès de la grotte impossible. A l'extérieur une dépression en forme de calotte sphérique, à l'intérieur les traces d'un grand foyer ne laissent aucun doute sur ces faits.

» Les peuples précités eurent le temps d'approprier la grotte, par des arrangements dolméniques remarquables, aux usages d'une nécropole. Ils utilisèrent plusieurs étages du sous-sol, formés d'un amas de roches souvent habilement disposées, pour receler des sépultures. Plusieurs autres salles et galeries communiquent avec la nef principale, et sont comme elles garnies de sépultures superposées.

» Les squelettes, demi-étendus, la tête et les genoux relevés, sont nombreux. Ce qui en marque et précise l'âge, ce sont des ustensiles de silex,

d'os, de corne de cerf gigantesque, des urnes de terre noire ou brune qui les accompagnent. Ces objets font remonter la nécropole à la deuxième moitié et à la limite extrême de l'âge de la pierre polie.

» L'état de conservation des squelettes est fort remarquable; l'air de la grotte n'est pas humide, malgré de forts suintements, et la température en était, trois jours après l'ouverture, de 9°,3. Malgré deux exceptions pour deux squelettes de haute stature, les personnages inhumés sont de petite taille. La moyenne pour vingt et un individus, presque tous des hommes, est de $1^{m},54$ seulement. Ils sont donc bien plus petits que ceux du Mont Vaudois. La taille est svelte, les os sont polis, peu épais, les articulations sont médiocrement fortes, ainsi que les attaches musculaires, les extrémités sont petites; la clavicule montre chez les femmes et chez quelques hommes même des individus peu habitués aux travaux pénibles. Le crâne offre un angle facial bien ouvert, une forme un peu dolichocéphale, un beau front, des protubérances orbitaires peu visibles, parfois nulles. La ligne médiane des orbites descend à l'extérieur. L'œil est grand, la face ovale; point de prognathisme, et les mâchoires sont médiocrement développées.

» Cette tribu était belle au physique, douée d'un certain instinct du beau, comme le montrent quelques dessins de poteries et une natte de graminée incrustée. Elle paraît avoir eu des mœurs douces, quoiqu'un frontal à la table externe brisée, tandis que la table interne est restée inclinée près de l'ouverture béante, nous montre les traces d'un coup de pierre survenu pendant la vie. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches expérimentales sur la respiration pulmonaire chez les grands Mammifères domestiques*. Note de M. A. Sanson, présentée par M. Ch. Robin.

« De nombreuses incertitudes subsistent sur la théorie de la respiration pulmonaire, en ce qui concerne l'élimination de l'acide carbonique, dont l'urgence est encore plus grande que celle de l'introduction de l'oxygène dans le sang. Ces incertitudes sont dues principalement à ce que les expérimentateurs ne sont pas arrivés, quelque soin qu'ils y aient mis, à étudier les phénomènes respiratoires, chez les Mammifères, dans les conditions de l'état complétement normal.

» A l'aide d'un dispositif expérimental dont j'ai déjà publié la description dans le *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, de M. Charles Robin, après avoir discuté les causes d'erreurs imputables aux procédés employés

par mes devanciers, j'ai exécuté à l'école de Grignon cent bonnes expériences sur de grands animaux des genres *Equus* et *Bos*, dans les conditions d'individualité, d'âge et de milieu les plus variées. J'expose dans mon Mémoire toutes ces conditions avec leurs plus petits détails. Les animaux sur lesquels j'ai expérimenté étaient au nombre de 52, dont 22 Équidés et 30 Bovidés. La discussion complète des résultats, eu égard aux circonstances notées comme ayant pu les influencer, discussion exposée dans mon Mémoire avec tous les développements qu'elle comportait, a conduit à une série de propositions que je demande seulement la permission de reproduire ici. Ces propositions sont les suivantes :

» *a*. Le genre des animaux influe sur l'intensité de leur fonction respiratoire. A poids égal, les Équidés éliminent plus d'acide carbonique que les Bovidés, dans l'unité de temps.

» *b*. La race ou l'espèce influe également sur cette intensité, et, dans une seule et même race, il en est encore ainsi pour les variétés. Dans chaque genre les races, et dans chaque race les variétés de moindre poids ont la respiration la plus active. Ces races et ces variétés sont celles qui ont relativement la plus grande surface pulmonaire. Chez les Équidés, les chevaux de la variété anglaise du type asiatique et leurs dérivés sont connus comme ayant la cavité thoracique plus spacieuse, et par conséquent les poumons plus volumineux, à poids égal du corps, que ceux des chevaux des autres races de l'Europe occidentale. Leur poumon contient aussi plus d'alvéoles par unité de volume. Chez les Bovidés, les recherches de Beaudement, confirmées par tous les observateurs qui se sont occupés de la question, ont établi que le poids des poumons diminue relativement au poids du corps et que la capacité de la cavité thoracique diminue à mesure que les races ou les variétés deviennent plus précoces ou que l'achèvement de leur squelette est moins tardif. Les sujets de ces races et de ces variétés, dont les poumons ont moins de surface déployée, éliminent dans l'unité de temps une moindre quantité d'acide carbonique relativement au poids de leur corps.

» *c*. Le sexe influe sur la respiration. Le mâle l'a plus active que la femelle. Il est connu aussi qu'il a, relativement au poids du corps, une capacité pulmonaire plus grande.

» *d*. L'âge a également une influence marquée sur l'élimination de l'acide carbonique par les poumons. Les jeunes en éliminent proportionnellement plus que les vieux. A cet égard, il est connu de même que l'âge influe sur le rhythme respiratoire et que le nombre des mouvements du

thorax, dans l'unité de temps, diminue à mesure que l'âge avance. Conséquemment, le mélange gazeux contenu dans les poumons se renouvelle plus fréquemment chez les sujets jeunes que chez les vieux.

» *e*. L'alimentation, soit par sa quantité, soit par sa qualité, du moment qu'elle est suffisante pour entretenir l'état de santé ou état individuel normal, n'a aucune influence sur la fonction respiratoire, contrairement à ce qui a été avancé d'après des résultats d'expériences mal interprétés.

» *f*. Le travail musculaire, qui augmente la production de l'acide carbonique et sa quantité proportionnelle dans le sang, n'influe en rien non plus sur la respiration, après qu'il s'est accompli. Les animaux travailleurs ou utilisés comme moteurs animés n'éliminent, au repos, pas plus d'acide carbonique dans l'unité de temps que ceux du même genre qui n'ont produit aucun travail extérieur.

» *g*. La température atmosphérique a une influence très-nette sur l'élimination de l'acide carbonique. La quantité éliminée est directement proportionnelle à son élévation. Contrairement à ce qui a été avancé, la respiration élimine d'autant moins d'acide carbonique que la température est plus basse.

» *h*. La pression barométrique agit en sens inverse de la température. L'élimination diminue à mesure que la pression s'élève; elle augmente, au contraire, à mesure que celle-ci s'abaisse.

» *i*. L'influence de la température et celle de la pression agissant en sens inverse se compensent. Une température élevée et une basse pression équivalent à une température basse et une pression élevée, pourvu que les facteurs varient dans les mêmes limites. L'élévation de la température et l'abaissement de la pression additionnent leurs effets et portent l'élimination de l'acide carbonique par les poumons à son maximum d'intensité.

» De ces propositions il résulte que, selon les lois physiques connues, la diffusion, dans le milieu atmosphérique, de l'acide carbonique produit par l'économie animale s'opère en fonctions des surfaces pulmonaires de la composition et de la tension du mélange gazeux extérieur. Aucune autre circonstance ou condition déterminante n'intervient dans le phénomène, qui est ainsi purement et simplement physique et mécanique et peut être par conséquent reproduit ou imité avec un dispositif composé de matériaux inertes, c'est-à-dire avec un appareil ou un schéma de laboratoire.

» Les variations de ces fonctions, telles qu'elles se produisent dans les conditions naturelles, suffisent pour mettre le fait en évidence. Il suffit, en effet, notamment de quelques millimètres de pression barométrique en

moins et de quelques degrés thermométriques en plus pour élever presque au double l'élimination de l'acide carbonique dans l'unité de temps. »

La séance est levée à 5 heures trois quarts. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 24 AVRIL 1876.

Mémoires de la Société académique de Maine-et-Loire; t. XXXI et XXXII. Angers, imp. P. Lachèse, 1875; 1 vol. in-8°.

Zoologie et Paléontologie générales. Nouvelles recherches sur les animaux vertébrés dont on trouve les ossements enfouis dans le sol, et sur leur comparaison avec les espèces actuellement existantes; par P. GERVAIS. 2ᵉ série, liv. I, II, III. Paris, Arth. Bertrand, 1876; 3ᵉ liv. in-4° avec planches.

Traité de clinique des maladies de l'utérus; par J.-N. DEMARQUAY et O. SAINT-VEL. Paris, Ad. Delahaye, 1876; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. le baron Cloquet.)

La transfusion; 1ʳᵉ série, 35 opérations; *par* le Dʳ J. ROUSSEL (de Genève). Paris, P. Asselin, 1876; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Notice sur M. Benjamin Valz; par M. R. DELOCHE. Nîmes, typ. Clavel-Ballivet, 1876; br. in-8°.

Éloge de Velpeau; par le Dʳ Ch. BRAME. Tours, imp. Ladevèze, 1867; br. in-8°.

(A suivre.)

ERRATA.

(Séance du 10 avril 1876.)

Page 860, ligne 11, *ajoutez* la cavité du corps est partagée, par les organes latéraux et l'œsophage, en deux portions qui correspondent à cette division (*C. prostomiale*, limitée par les masses céphaliques, et *C. métastomiale*, limitée par les lames de la paroi du corps).

Page 860, ligne 12, *au lieu de* cette proposition est, *lisez* ces propositions sont.

Page 862, ligne 9, *au lieu de* endoderme feuillet moyen, *lisez* endoderme et feuillet moyen.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 1er MAI 1876.

PRÉSIDENCE DE M. LE VICE-AMIRAL PÂRIS.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Découverte de la petite planète* (163).

M. **Le Verrier** annonce la découverte de la planète (163), faite à l'Observatoire de Toulouse par M. *Perrotin,* le 26 avril 1876; et il en communique l'observation suivante, qui lui a été transmise par M. Tisserand, Directeur de l'Observatoire de cette ville :

$$\alpha = 14^h 11^m 48^s,$$
$$\delta = -6^\circ 24'.$$

Mouvement diurne en déclinaison : $+7'$.

La planète est de 12e grandeur.

PHYSIQUE. — *Sur les forces électromotrices produites au contact des liquides séparés par des diaphragmes capillaires de nature quelconque.* Mémoire de M. **Becquerel.** (Extrait.)

« Dans les déterminations que nous avions faites jusqu'ici des forces électromotrices produites par l'action des acides sur les alcalis, et en général par l'action de deux liquides l'un sur l'autre, nous avions toujours

opéré avec des liquides très-concentrés qui donnent, pour le même degré de concentration, des nombres différant fort peu les uns des autres; ayant fait usage de liqueurs très-étendues (1 équivalent en grammes d'acide ou de base pour 2 litres de liquide : par exemple, 49 grammes SO^3HO étendu à 2 litres) séparées par un diaphragme capillaire, par la fêlure d'un tube fêlé ou une membrane, nous avons observé, au contraire, de grandes divergences dans les résultats, suivant l'instant de l'observation, après le montage des appareils, et nous sommes arrivé à constater ce fait remarquable, que lorsqu'un liquide et une base, principalement en solution étendue, restent pendant longtemps en contact l'un avec l'autre par l'intermédiaire d'un espace capillaire, la force électromotrice augmente avec la durée du contact. Ce sont là de nouvelles conditions où il se produit une suite non interrompue de forces électromotrices résultant d'actions chimiques successives.

» Voici dans quelles conditions ont été faites les expériences : l'acide et la base, de la concentration indiquée ci-dessus, étaient mis au contact au moyen d'un diaphragme consistant, soit en un tube fêlé, soit en un tube fermé par du papier parchemin, soit enfin en un vase poreux, en porcelaine dégourdie. Les résultats ont été les mêmes avec ces différents diaphragmes; mais on a employé de préférence du papier parchemin. On détermine alors la force électromotrice de chaque couple de liquides par la méthode décrite antérieurement (1) et qui consiste à opposer une force électromotrice variable et déterminée pour annuler celle que l'on mesure, d'abord au moment où ils viennent d'être mis en contact, puis au bout d'un certain temps, et l'on répète les déterminations jusqu'à ce que la force électromotrice n'augmente plus, afin d'avoir le minimum au commencement et le maximum au moment où la force électromotrice cesse d'augmenter.

» On a trouvé ainsi, avec tous les acides étendus soumis à l'expérience, que la force électromotrice augmente d'abord assez rapidement, puis plus lentement et finit, au bout d'un temps plus ou moins long, par atteindre un maximum, après quoi elle s'affaiblit de nouveau.

» Ainsi l'on a eu :

	Minimum.	Maximum.	
Acide azotique, potasse.......	128	193	(au bout de 2 jours)
Acide sulfurique, potasse......	102	136	(au bout de 1 jour)
Acide chlorhydrique, potasse...	108	145,5	(après 5 heures)
Acide acétique, potasse.......	86	96	id.
Acide phosphorique, potasse...	55	77,5	id.

(1) Voir *Comptes rendus*, t. LXXVIII, p. 1170.

» Dans ces expériences, tantôt on a conservé dans un même appareil, pendant la durée des déterminations, les mêmes électrodes, tantôt on a changé les électrodes à chaque détermination. Les résultats ayant été les mêmes dans les deux cas, il s'ensuit que l'accroissement de force électromotrice n'est pas dû à des effets de polarisation de ces lames.

» Alors, pour chercher à remonter à la cause du phénomène, on a fait les divers essais suivants :

» 1° Si, dans un appareil arrivé à son maximum, on remplace le diaphragme par un autre diaphragme semblable et neuf, la force électromotrice retombe à son minimum ou très-près de ce minimum.

» 2° Si, dans un appareil à papier parchemin arrivé à son maximum, on remplace les liquides par des liquides neufs, il n'y a pas abaissement bien sensible de la force électromotrice.

» 3° Dans un appareil à papier parchemin, on peut abaisser plus ou moins la force électromotrice en frottant fortement la membrane avec une tige de verre.

» D'après ces faits, il est évident que l'accroissement de force électromotrice n'est dû ni à une modification des liquides dans leur masse, ni à une altération des diaphragmes, puisque l'effet est le même avec les diaphragmes non attaquables par les acides et les bases; la cause du phénomène réside donc dans des actions produites sur les faces ou dans l'intérieur même des diaphragmes. Quant à la nature de ces actions, on ne peut encore la caractériser avec précision; cependant l'abaissement de la force électromotrice par le frottement et les effets produits lorsqu'on change, soit les liquides, soit le diaphragme, conduit à penser que l'action exercée consiste en une condensation des particules acides et alcalines sur les faces du diaphragme; cette condensation augmentant aux points de contact, la concentration des liquides aurait pour résultat immédiat l'augmentation de force électromotrice.

» Une pareille condensation s'expliquerait très-bien par l'affinité capillaire, signalée par M. Chevreul, qui a reconnu (1) que des corps poreux comme le sable, la brique pelée, etc., ou des fibres organiques telles que la laine, le coton, mis en contact avec des solutions d'acide chlorhydrique, d'acide sulfurique, de chaux, de baryte, enlèvent à ces liquides

---

(1) *De l'action que les corps solides peuvent exercer sur un liquide tenant en dissolution un corps solide ou liquide*, neuvième Mémoire (*Comptes rendus*, t. XXXVI, p. 981, et *Mémoires de l'Académie*, t. XXIV, p. 433).

une partie des corps qu'ils tiennent en dissolution et les retiennent fortement dans leurs pores. Cette explication du phénomène est d'ailleurs confirmée par ce fait, qu'avec les acides et les bases concentrés l'augmentation de force électromotrice est très-faible. On conçoit, en effet, qu'avec des liquides étendus avec lesquels la force électromotrice est faible, la condensation produite dans les espaces poreux doit augmenter de beaucoup la force électromotrice, tandis qu'avec des liquides concentrés cette condensation ne peut augmenter que dans une faible proportion le dégagement de l'électricité, ce qui revient à dire qu'avec des dissolutions concentrées l'action exercée par l'acide et l'alcali sur le liquide l'emporte sur l'affinité capillaire, en vertu de laquelle les espaces capillaires attirent les acides et les bases dissoutes; voilà comment on peut concevoir qu'avec des liquides concentrés la force électromotrice ne peut augmenter que dans une faible proportion.

» Telle est l'hypothèse qui nous paraît la plus probable. Il pourrait se faire cependant que la condensation fût due non pas à l'affinité capillaire, mais à un phénomène de l'ordre de ceux que nous avons appelés *électrocapillaires;* ainsi, dans la réaction de l'acide nitrique sur une base, le nitrate produit par l'action des deux liquides serait alors décomposé par le courant électrocapillaire; la base se déposerait sur la face du diaphragme en contact avec la liqueur acide; l'acide, au contraire, se porterait sur l'autre face: il se produirait ainsi de nouvelles actions, qui donneraient lieu à une augmentation de force électromotrice.

» Nous avons ensuite examiné si l'accroissement de force se produirait également avec les solutions salines faibles ou saturées, mises en présence l'une de l'autre dans des conditions semblables.

» Avec le nitrate d'ammoniaque et le carbonate de soude, à 1 équivalent en grammes par 2 litres de liquide, il n'y a eu aucun accroissement.

» Avec les mêmes sels saturés, l'accroissement a été également très-faible.

» Avec le chlorure de baryum et le carbonate de soude saturés, la force électromotrice s'est élevée seulement de 16 à 17,5.

» Mais, avec le chlorure de baryum et le chlorure de potassium également saturés, le minimum de force électromotrice a été 11, et le maximum 19.

» Quelques produits organiques ont présenté aussi un accroissement du même genre. Avec l'acide acétique et l'albumine, la force s'est élevée de 21 à 43,5, avec le suc d'oseille et l'albumine, de 28 à 34.

» Avec les sels, on le voit, l'augmentation est plus faible, mais elle n'en existe pas moins.

» Il résulte des faits observés que les dissolutions ou les substances qu'elles contiennent seraient condensées dans les espaces capillaires, de même que les gaz le sont dans les corps poreux. Ce principe est d'accord avec celui adopté par Laplace dans sa théorie des tubes capillaires, quand il suppose que les liquides adhérant aux parois des tubes ont une densité plus grande que celle des parties situées à une certaine distance.

» Les propriétés que nous venons d'indiquer intéressent vivement la Physiologie, attendu que, dans l'organisme animal et végétal, tous les liquides sont séparés par des tissus plus ou moins capillaires, qui doivent donner lieu à des effets semblables à ceux que nous venons d'exposer.

» D'un autre côté, ces effets sont à prendre en considération dans la comparaison des forces électromotrices, avec les quantités de chaleur que peuvent développer les réactions chimiques que l'on observe. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les oscillations de la température de la mi-janvier, de la mi-février et de la mi-avril* 1876; par M. **Ch. Sainte-Claire Deville.**

« L'oscillation de la température de la mi-avril a été, cette année, très-marquée en France: le minimum, qui est tombé, en général, le 14 du mois,

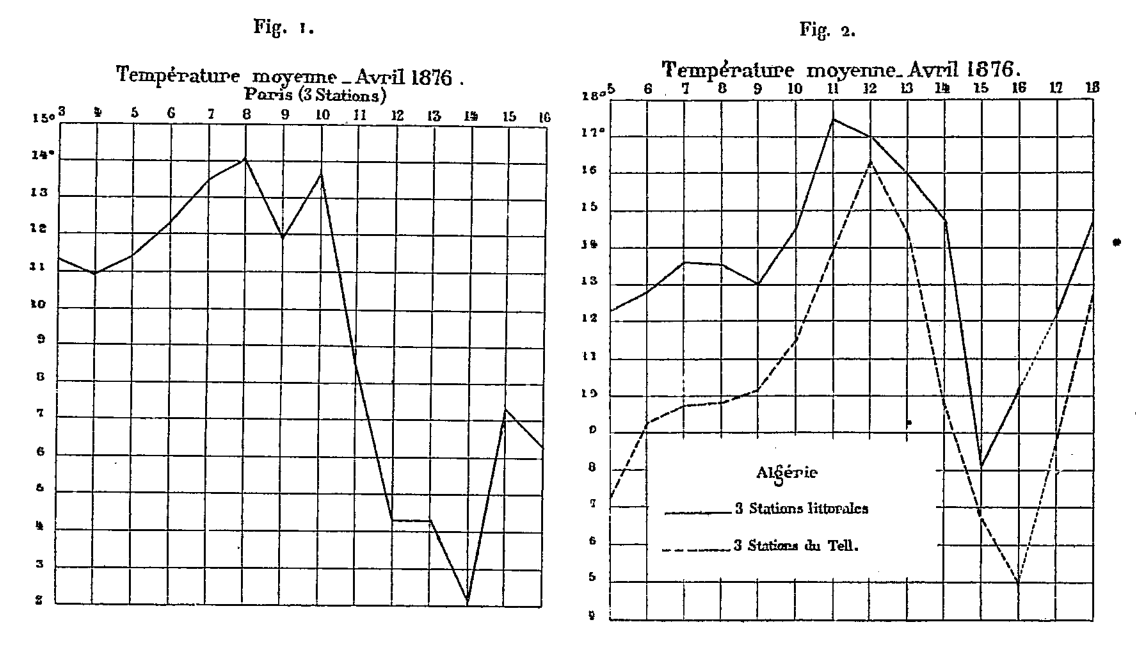


Fig. 1. Fig. 2.

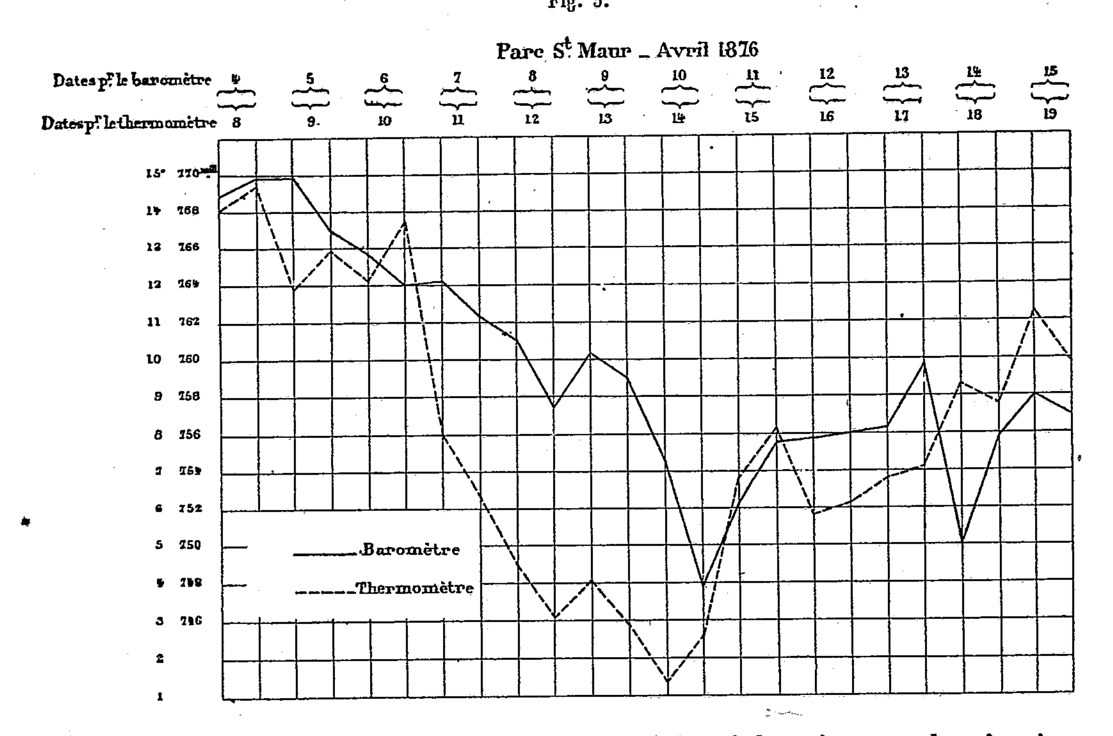
a même produit de grands désastres sur les végétaux, particulièrement dans

le Midi. Le diagramme (*fig.* 1) donne le mouvement de la température du 3 au 16, pour les trois stations voisines de Paris (Parc-Saint-Maur, Montrouge et Versailles).

» On y reconnaît aussi facilement la période quinquédiurne dans les dépressions des 4, 9 et 14.

» Ce mouvement oscillatoire de la température s'est fait également sentir en Algérie. En effet, grâce aux bienveillantes communications de M. le général d'Eudeville, chef du service météorologique algérien, et de M. le commandant du génie Bongarçon, j'ai pu discuter et résumer dans le diagramme ci-joint la température observée, à 7 heures du matin, dans trois stations du littoral (Alger, Caxine et Nemours) et dans trois stations du Tell (Tebessa, Aumale et Tlemcen). La *fig.* 2 montre que le minimum s'est

Fig. 3.



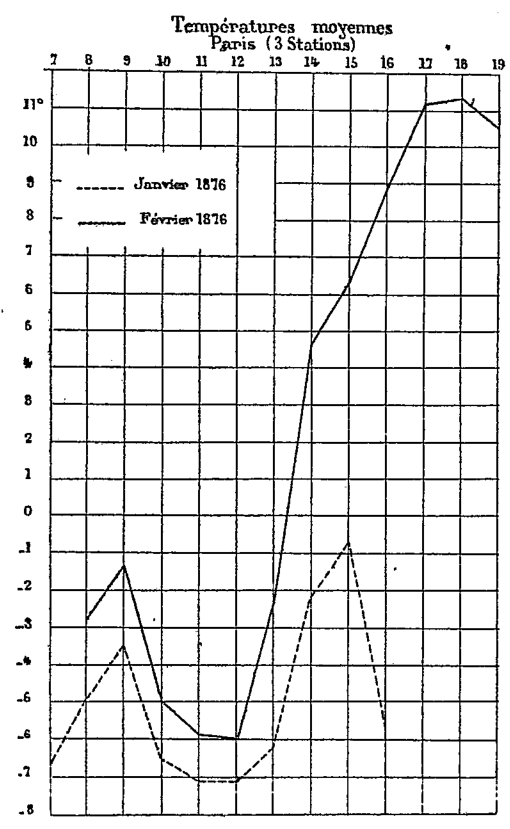
produit le 15 avril dans la première région, le 16 dans la seconde, c'est-à-dire, respectivement, un et deux jours plus tard qu'à Paris (1).

(1) Les nombres relatifs au 17 avril me manquent; mais on lit dans le *Bulletin du service météorologique du gouvernement général de l'Algérie*, à la date du 18 : « La température

» J'ai voulu aussi me rendre compte de la mesure dans laquelle les courbes barométrique et thermométrique ont présenté, dans cet intervalle, un parallélisme non synchronique.

» La *fig*. 3, qui représente, de douze en douze heures, les allures comparatives du baromètre et du thermomètre, observés au Parc-Saint-Maur par M. Renou, permet d'apprécier la marche relative des deux instruments. La température a été, comme on voit, moyennement de quatre jours en retard sur la pression.

Fig. 4.



» Dans mes Communications des 10 avril et 27 mars, j'ai mis sous les yeux de l'Académie les oscillations de la température de la mi-décembre

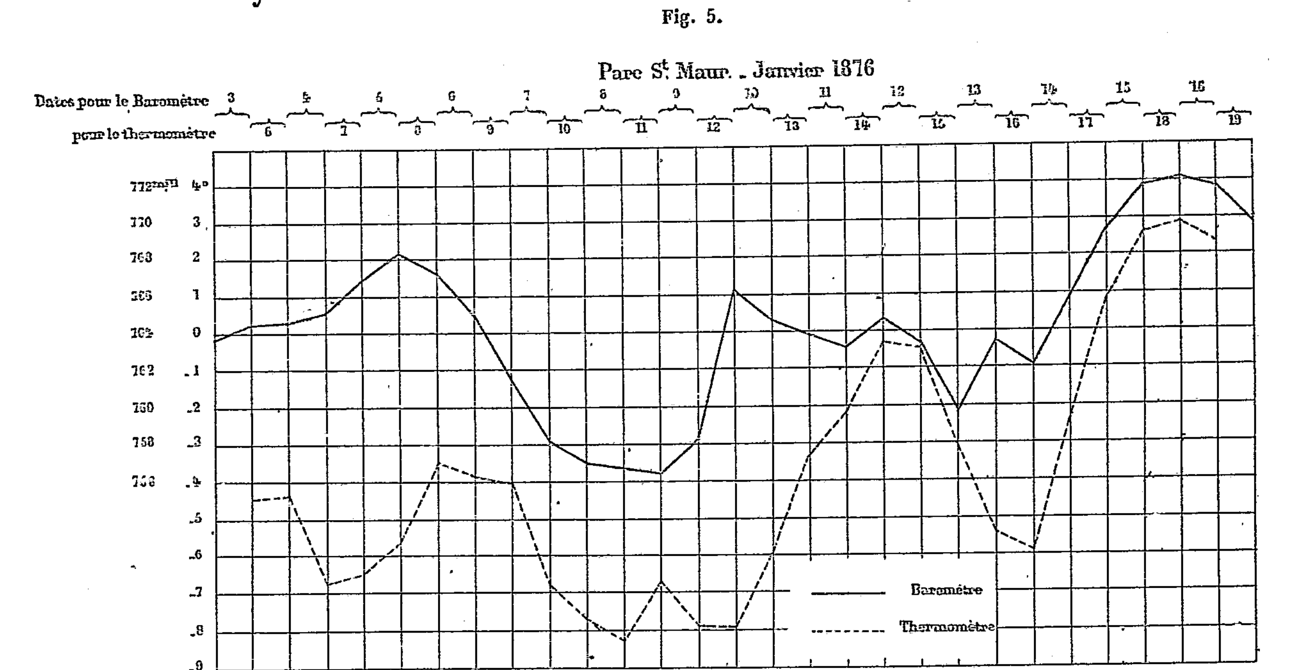
---

moyenne s'est relevée partout, le 17, de 2 à 3 degrés. » J'ai donc pu, à très-peu près, marquer la cote du 17; j'ai seulement pointillé la ligne qui joint le 16 et le 17, pour exprimer l'incertitude de la cote du 17.

1875 et de la mi-mars 1876, ainsi que les allures comparées du baromètre et du thermomètre à ces deux moments. Aujourd'hui, je présente les mêmes données pour avril 1876. Il ne reste donc que les deux mois de janvier et de février 1876, qui, depuis le commencement de la présente année météorologique, n'ont pas encore été étudiés à ce double point de vue. Je comble ici cette lacune. La *fig.* 4 donne les deux oscillations diurnes de la température de la mi-janvier et de la mi-février pour les trois stations parisiennes (1).

» Dans ces deux oscillations, le minimum est tombé le 12 du mois. L'oscillation de février a, comme presque toujours, dépassé en amplitude celle de janvier. Elle a atteint un écart de plus de 17 degrés en température moyenne.

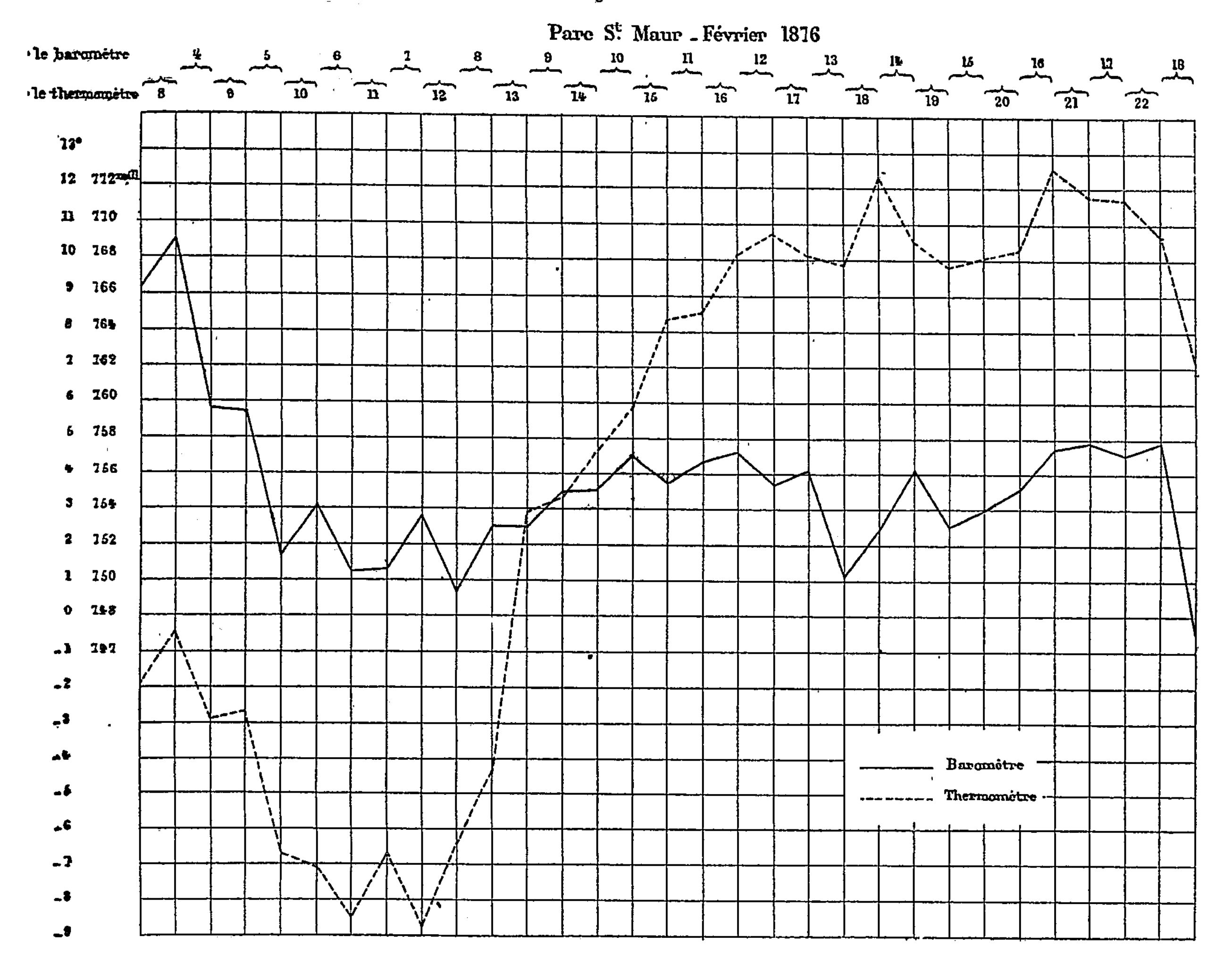
Fig. 5.



» Enfin, les deux derniers diagrammes (*fig.* 5 et 6) montrent, d'après

(1) J'ai pu utiliser les observations faites à Montsouris pour ces deux mois et publiées par M. Marié-Davy. Je les ai combinées avec celles de M. Seyti, à Montrouge, les deux stations étant très-voisines. Les trois stations parisiennes discutées sont donc le Parc-Saint-Maur, Montrouge-Montsouris et Versailles.

Fig. 6.



les observations du Parc-Saint-Maur, de douze en douze heures, le parallélisme non synchronique de la pression et de la température, celle-ci étant de deux jours et demi pour janvier, de quatre jours et demi pour février, en retard sur la pression. »

MINÉRALOGIE. — *Sur le feldspath microcline et sur l'andésine.* Note de M. **Ch. Sainte-Claire Deville.**

« Notre confrère, M. Des Cloizeaux, a présenté, dans la séance du 17 avril, un travail qui me paraît avoir une grande importance au point de

vue de la philosophie minéralogique, en faisant connaître, d'une manière définitive, l'existence d'un feldspath triclinique, à base de potasse, le *microcline*. En effet, jusqu'à présent, on devait considérer l'orthose comme caractérisé par la prédominance de la potasse, l'albite par celle de la soude, et l'on ne voyait aucun lien entre ces deux minéraux, qui, sous deux formes cristallines incompatibles, possèdent la même formule chimique 1:3:12, dans laquelle les trois éléments numériques représentent respectivement l'oxygène du protoxyde, l'oxygène du sesquioxyde et l'oxygène de la silice. Les conclusions de M. Des Cloizeaux viennent établir ce lien, et le potassium devient le *corps pivot*, commun aux deux minéraux; et, comme l'amphigène (1:3:8) est aussi à base dominante de potasse, on voit que le potassium est le lien entre les *feldspathides* et les *amphigénides* (1), de même que le calcium est commun à l'anorthite et à certaines variétés de sarcolite, c'est-à-dire aux minéraux de la formule 1:3:4, doués de types cristallins différents.

» Je puis donc considérer l'intéressant Mémoire de M. Des Cloizeaux comme apportant une nouvelle confirmation du rôle que j'ai attribué à certains corps simples, servant de lien ou de pivot entre des familles de minéraux qui possèdent une même formule chimique, sous des formes cristallines incompatibles.

» Puisque j'ai été amené à parler de la formule des feldspaths, qu'il me soit permis de remarquer que déjà notre savant confrère, dans une précédente Communication (2), avait bien voulu imprimer ce qui suit :

« Il semble aussi résulter de mes observations que l'*andésine* pourrait bien n'être qu'un
» oligoclase altéré, comme l'ont supposé quelques géologues, et notamment notre confrère
» M. Charles Sainte-Claire Deville. »

» Tout en me félicitant de voir mes recherches chimiques confirmées par les recherches optiques de M. Des Cloizeaux, notre confrère me permettra, j'en ai l'assurance, de lui soumettre les deux remarques suivantes :

» En premier lieu, je ne sais si, avant mon Mémoire de 1854 (3),

---

(1) Non-seulement le potassium est le lien chimique entre ces deux familles, mais le lien numérique ou atomique est encore établi par ce fait que la formule 1 : 3 : 12 est comprise aussi bien dans la formule générale 1 : 3 : n3 des feldspathides que dans la formule 1 : 3 : m4 des amphigénides.

(2) *Sur les propriétés optiques biréfringentes des feldspaths tricliniques.* (*Comptes rendus*, t. LXXX, p. 370.)

(3) *Études de lithologie.* (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XL, p. 183.)

quelques savants avaient déjà *supposé* que l'andésine n'était qu'une altération de l'oligoclase : je l'ignorais assurément alors, puisque je n'ai cité personne à ce sujet (1). J'ajouterai, en second lieu, que mon travail a, dans tous les cas, donné la *démonstration* du fait, puisque, après avoir recherché l'andésine dans les roches mêmes où il avait été originairement indiqué, j'ai non-seulement décelé l'altération du feldspath, mais déterminé la nature et les agents de cette altération. Le type du minéral étant ainsi détruit, le minéral doit être considéré comme n'existant pas, jusqu'à ce qu'on en ait découvert un exemplaire chimiquement et cristallographiquement irréprochable : ce qui n'a pas été fait depuis 1854. En Histoire naturelle, il n'y a pas d'autre démonstration. »

MINÉRALOGIE. — *Examen microscopique de l'orthose et des divers feldspaths tricliniques*. Note de M. **Des Cloizeaux.**

« Dans la séance du 17 avril dernier, j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie les principales propriétés optiques, cristallographiques et chimiques du MICROCLINE, nouvelle espèce de feldspath triclinique, à base de potasse. A la suite des trois analyses rapportées à la fin de ma Communication, on a pu remarquer que la densité paraissait d'autant plus forte que la proportion de soude provenant des inclusions d'albite était elle-même plus considérable. La pesanteur spécifique (2,54) du microcline le plus pur étant à peine différente de celle de l'orthose, toujours inférieure à celle de l'albite, on pouvait croire, *a priori*, qu'on la verrait constamment s'élever avec la quantité d'albite visible au microscope; mais cette prévision ne se vérifie pas toujours. Ainsi, trois échantillons de microcline, l'un vert, de l'Oural, l'autre rose, de Broye, vallée de Marmagne, Saône-et-Loire, le troisième rouge, d'Arendal, contenant respectivement 1,6; 2,10; 3,25 pour 100 de soude, ont offert des densités presque identiques égales à 2,54; 2,548; 2,543. D'un autre côté, deux *amazonites* de l'Oural renfermant, l'une 1,27, l'autre 1,66 de soude, ainsi que trois microclines, l'un verdâtre, des États-Unis, le second blanc, du Brésil, et le troisième rosé, du Groënland, où se voient de larges inclusions d'albite, ont fourni pour leurs densités respectives : 2,55; 2,562; 2,56; 2,569 ; 2,57.

---

(1) En 1862, dans le premier volume (p. 312) de son excellent *Manuel de Minéralogie*, M. Des Cloizeaux penche même encore en faveur de l'existence, dans la série des feldspaths, d'une espèce intermédiaire entre le labradorite et l'oligoclase.

» Comme caractère de reconnaissance du microcline, facile à constater, j'ai particulièrement insisté sur la recherche de l'angle à peu près constant que la direction de l'extinction *maximum* de la lumière polarisée fait avec l'arête pg^1 dans toutes les variétés taillées en plaques excessivement minces, suivant leurs deux clivages principaux p et g^1.

» Ayant dû appliquer ce mode d'examen à un très-grand nombre d'échantillons d'orthose, dont il m'a révélé la structure, j'ai cherché s'il ne permettrait pas de distinguer immédiatement les uns des autres les feldspaths du système triclinique anciennement connus. Malheureusement, comme je le dirai plus loin, il se présente quelquefois un peu d'hésitation pour reconnaître (en dehors, bien entendu, de tout essai chimique) certains échantillons laminaires d'*albite* et de *labradorite*, et il est alors préférable de déterminer l'orientation et la dispersion des axes optiques, comme je l'ai indiqué l'année dernière (1).

» Quoi qu'il en soit, voici les faits généraux résultant de mes observations, et susceptibles d'être utilisés dans l'étude microscopique des roches cristallines feldspathiques.

» I. Les variétés d'orthose peuvent être divisées en deux catégories comprenant, l'une les échantillons purs, qui offrent à travers des lames très-minces, parallèles à p et à g^1, une structure dont l'homogénéité n'est troublée que par quelques soufflures et par de très-petites inclusions étrangères, l'autre les échantillons pénétrés d'*albite* en filons plus ou moins abondants, dont le type le plus régulier est la *perthite* du Canada.

» A la première catégorie appartiennent :

» 1° L'adulaire transparent du Saint-Gothard et du Valais, renfermant 1,5 pour 100 de soude, en moyenne.

» 2° Un adulaire en petits cristaux, tapissant un gneiss des environs de Baréges (Hautes-Pyrénées).

» 3° La *pierre de lune*, de Ceylan.

» 4° Le feldspath *paradoxite* (Breithaupt) d'Euba en Saxe, en cristaux rosés dont le plan des axes optiques est parallèle au plan de symétrie, à la température ordinaire.

» 5° La *Murchisonite* de Dawlish en Devonshire.

» 6° Un beau cristal à faces verticales ternes et noirâtres, intérieurement incolore et transparent, de Tunaberg en Suède, ne contenant, d'après

(1) *Mémoire sur les propriétés optiques des quatre principaux feldspaths tricliniques*, etc. (*Annales de Chimie et de Physique*, t. IV, année 1875.)

une analyse de M. Walmstedt, faite sur des cristaux analogues, que 0,32 pour 100 de soude.

» 7° Un feldspath en larges lames rouges, fortement aventurinées, formant, avec de petites masses cristallines d'albite blanche, un bloc erratique, trouvé en 1858 à Hammerfest, par M. Nordenskiöld.

» 8° Le *sanidine* transparent de Rockeskyll et de Wehr, dans l'Eifel, contenant de 2 à 4 pour 100 de soude.

» 9° Le feldspath chatoyant qui constitue le principal élément de la syénite zirconienne de Fredrikswern, et dans lequel les analyses accusent environ 7 pour 100 de soude.

» Dans ces neuf orthoses, l'extinction *maximum* de la lumière polarisée se fait parallèlement à l'arête pg^1, à travers des lames basiques très-minces. Le plan des axes optiques est normal à g^1 pour huit d'entre eux, et il coupe la base sous un angle variant de 4 à 7 degrés; mais cet angle prend la valeur anomale de 12 à 14 degrés dans la variété de Fredrikswern.

» La teneur en soude des sanidines de Wehr et du feldspath opalisant de Fredrikswern paraît trop forte pour qu'on puisse l'attribuer aux *microlites* et autres corpuscules étrangers disséminés dans leur masse; il est donc possible qu'on rencontre quelque jour un orthose *clinorhombique* où la soude serait l'alcali dominant, comme la potasse l'est dans le microcline *triclinique*.

» Dans la seconde catégorie viennent se ranger, outre la *perthite*, composée de couches alternantes d'orthose rouge et d'albite blanche :

» 1° Le feldspath aventuriné rouge d'un granite qui se trouve à l'embouchure de la rivière Selenga, près de Werchne-Udinsk (Sibérie orientale).

» 2° De petits cristaux blancs, de M. C. Comb (État de New-York).

» 3° Un feldspath de Ceylan.

» 4° Des cristaux blancs, transparents, associés à du sphène et à du pyroxène, de Natural Bridge (État de New-York).

» Dans les deux premières variétés, la structure rappelle tout à fait celle de la perthite; dans les deux dernières, on observe l'apparence d'une perthite en *miniature*, et, à travers des lames excessivement minces parallèles à g^1, les filons d'albite ne se distinguent de la masse d'orthose qu'à l'aide d'un grossissement de 60 à 80 fois.

» 5° Le *loxoclase* d'un gris verdâtre, de Hammond, État de New-York, qui montre une structure *bréchiforme* à travers sa base, et un mélange de

plages d'orthose et d'albite, à travers son clivage g^1. Ces plages sont faciles à reconnaître par l'angle que la trace sur g^1 du plan des axes optiques de chacune d'elles fait avec l'arête $g^1 p$, car il est de 6 à 7 degrés pour l'orthose et de 18 à 20 degrés pour l'albite. Ici, le nombre et la largeur des inclusions d'albite expliquent bien les 7 ou 8 pour 100 de soude que MM. Smith et Brush ont trouvés dans le loxoclase.

» 6° Les masses laminaires d'un gris clair, servant de support aux cristaux de *Wöhlérite* de Brevig. La structure est *déchirée* à travers les lames basiques très-minces, et *rubanée* parallèlement à l'arête $g^1 m$, à travers g^1. Les inclusions d'albite sont larges et abondantes.

» 7° L'orthose laminaire d'un vert clair, associé à la pyrrhotine et aux cristaux d'oligoclase de Bodenmais en Bavière. La structure, sensiblement homogène à travers la base, est un peu ondulée à travers des lames parallèles à g^1 qui laissent voir, au microscope, des inclusions allongées, très-étroites, appartenant *probablement* à l'albite. D'après une analyse de Potyka, cet orthose contient 2,11 pour 100 de soude.

» 8° Des cristaux et des masses laminaires d'un blanc plus ou moins teinté de rouge, de la carrière de la Vilate près Chanteloube et de Marcognat près Saint-Yrieix (Haute-Vienne). Les masses laminaires sont remarquables par le clivage assez net qu'elles offrent suivant leurs *deux* faces *m*.

» 9° Une masse d'un blanc jaunâtre, clivable suivant une seule face *m*, d'Aveiro en Portugal.

» II. L'ALBITE se présente, comme on le sait, soit en cristaux maclés, le plus souvent parallèlement à g^1, soit en masses laminaires qui se composent, comme celles de l'oligoclase et du labradorite, de deux séries de lamelles parallèles entre elles et hémitropes autour d'un axe normal à g^1. A travers des plaques, très-amincies suivant le clivage basique ou redressées perpendiculairement à g^1, la trace du plan d'extinction *maximum* sur ces lames fait avec l'arête pg^1 un angle approximatif de 3°50′ à 4°50′, d'après des mesures prises, d'une part sur des cristaux transparents du Dauphiné, de Suisse, du Tyrol, de Karabinsk dans l'Oural, d'Arendal et de Snarum (*Olafite*) en Norwége; d'autre part, sur des masses laminaires de Moriah, comté d'Essex, État de New-York, de Perth et de Bathurst au Canada (*péristérites* plus ou moins chatoyantes), de Bamle en Norwége (*Tschermakite*). Dans une masse très-fendillée mais bien transparente, de S^t-Vincenz en Styrie, je n'ai trouvé que 2°45′.

» A travers des lames parallèles à g^1, l'angle du plan d'extinction *maximum* avec l'arête $g^1 p$ est assez uniforme et, dans toutes les variétés examinées, il n'a oscillé qu'entre 16 et 20 degrés.

» III. Dans l'OLIGOCLASE qu'on trouve en cristaux verdâtres ou d'un blanc grisâtre à Tilasiuwuori en Finlande, à Bamle et à Arendal en Norwége, et en masses laminaires transparentes, à Mineral-Hill en Pensylvanie, l'extinction se fait, à travers des lames minces parallèles à la base, presque parallèlement à l'arête pg^1, puisque, entre cette arête et la trace sur p du plan d'extinction, l'angle ne varie que de zéro à 2 degrés.

» Cet angle est un peu plus grand entre l'arête $g^1 p$ et l'intersection du plan maximum d'extinction avec g^1; j'ai trouvé que ses variations étaient comprises entre 2° et 6°25′, le nombre le plus faible s'appliquant à un gros cristal d'un blanc grisâtre, d'Arendal, et le plus fort à une masse transparente de Mineral-Hill.

» IV. Les LABRADORITES du Labrador et de la paroisse de Lojo en Finlande montrent leur extinction *maximum*, à travers des lames excessivement minces parallèles à la base ou redressées normalement à g^1, suivant une direction qui fait avec l'arête pg^1 un angle assez constant de 5°17′ à 6°58′, un peu plus fort, par conséquent, que dans l'albite.

» A travers des lames excessivement amincies suivant g^1, l'intersection du plan d'extinction *maximum* avec cette face coupe l'arête $g^1 p$ sous un angle que j'ai trouvé de 26 à 28 degrés, sur une seule variété d'un gris foncé, fortement chatoyante en jaune, du Labrador, mais qui, en général et pour tous les échantillons que j'ai examinés, est compris entre 18 et 20 degrés. Des labradorites verdâtres, peu chatoyants, de Finlande, pourraient donc être confondus avec des *péristérites* légèrement chatoyantes du Canada, si l'on n'examinait que leur extinction à travers des lames minces parallèles à g^1. Le meilleur moyen, pour dissiper toute incertitude, serait alors de chercher au microscope polarisant, comme je l'ai indiqué dans mon Mémoire de 1875, si les axes optiques sont compris dans un plan normal à une plaque taillée sur l'arête pg^1 *aiguë* (albite) ou *obtuse* (labradorite), et quel genre de dispersion ils présentent.

» V. L'ANORTHITE, que la facilité de son attaque par les acides permet toujours de reconnaître, offre des variations énormes pour l'angle où la direction de son extinction *maximum* coupe l'arête pg^1, à travers des plaques très-minces parallèles à la base ou à g^1. Cependant, les valeurs de cet angle, qui oscillent entre 20 et 40 degrés à travers des lames basiques, entre 33 et 46 degrés à travers des lames g^1, sont toujours beaucoup plus fortes que dans les autres feldspaths tricliniques, et elles ne peuvent par conséquent donner lieu à aucun équivoque. De plus, certains cristaux de Höjden en Suède, et certaines masses laminaires de Bjerno en Finlande, offrent,

comme l'*Esmarkite* de Bamle, à travers des lames g^1 excessivement minces, des bandelettes étroites, hémitropes autour d'un axe parallèle à la grande diagonale de la base; ces bandelettes s'inclinent d'*arrière* en *avant*, en faisant avec l'arête $g^1 p$ un angle de 13 à 18 degrés, et elles paraissent caractéristiques de l'anorthite.

» On trouve bien, en effet, dans les cristaux d'*oligoclase* verdâtre de Bamle en Norwége, et dans le gros cristal grisâtre d'Arendal, cités plus haut, des bandelettes hémitropes analogues aux précédentes; mais elles s'inclinent d'*avant* en *arrière* (les cristaux d'oligoclase étant orientés comme ceux d'anorthite, et comme je les ai placés dans l'atlas de mon *Manuel de Minéralogie*), et elles ne font avec l'arête $g^1 p$ qu'un angle de 5° à 5° 20′. »

PHYSIQUE. — *Sur la polarisation électrique*. Note de M. TH. DU MONCEL.

« D'après la théorie généralement admise, le courant de polarisation produit par des lames de platine ayant servi d'électrodes à un électrolyte constitué par de l'eau distillée devrait résulter de la réaction sur le liquide des gaz condensés sur ces lames, lesquels gaz en se recomposant au sein du liquide provoqueraient, sur les lames elles-mêmes, deux polarités de signe contraire, qui donneraient lieu à une force électromotrice plus ou moins prononcée suivant l'énergie du courant qui a précédé et le temps de sa circulation à travers l'électrolyte.

» On a comparé ces effets à ceux produits par une pile à gaz, et il est certain qu'au premier abord l'analogie est frappante, puisqu'il suffit de plonger dans de l'eau deux lames de platine entourées des gaz oxygène et hydrogène pour donner lieu à un courant relativement énergique. M. Gaugain a même démontré que ce courant peut se produire en n'employant qu'un seul de ces deux gaz, l'*hydrogène, et que l'autre employé seul n'en détermine aucun*. Toutefois, dans un autre travail, le même savant montre que l'électrode positive où se rend l'oxygène intervient plus puissamment dans les effets de polarisation que l'électrode négative, où se rend l'hydrogène, et cela dans le rapport de 193 à 157. Il y a donc contradiction dans les deux effets produits en tant qu'on leur suppose exactement la même origine. Mais cette même origine existe-t-elle bien réellement?... Il est permis d'en douter si l'on considère que dans un cas les lames de platine ont été préventivement électrisées, tandis que dans l'autre elles sont à l'état inerte. Si un conducteur électrisé reprenait son

état inerte aussitôt après la disparition du courant électrique qui l'a traversé, il est bien certain que les lames en question seraient dans le même état dans les deux cas; mais, si l'on établit un parallèle entre les effets de la lumière et ceux de l'électricité, on pourrait peut-être admettre que, de même que beaucoup de corps peuvent continuer à vibrer la lumière qui les a impressionnés après que la source lumineuse a disparu, de même beaucoup de conducteurs pourraient continuer à vibrer l'électricité, après que la source électrique aurait cessé d'agir, et cette manifestation secondaire pourrait se faire sous une autre forme que celle sous laquelle la première action s'est produite; c'est ainsi que la lumière fluorescente et phosphorescente n'est pas exactement celle qui a développé le phénomène.

» Dans cet ordre d'idées, on pourrait comprendre qu'une lame électrolysée entourée de gaz oxygène peut produire un effet différent de celui d'une lame non électrisée entourée du même gaz, de même que l'on voit l'ozone agir différemment de l'oxygène non électrisé. J'ai voulu examiner si je pourrais avoir des données plus certaines sur cette question, en étudiant à ce point de vue la polarisation des pierres dures, qui, comme on l'a vu dans mes précédentes Notes, est si énergique, surtout avec le silex d'Hérouville. J'ai, en conséquence, électrisé pendant vingt minutes l'un des échantillons de cette dernière pierre en employant des électrodes de platine bien flambées, et, après avoir alternativement placé ces deux électrodes sur un second échantillon de la même pierre non électrisée, en prenant comme conducteur neutre une troisième lame de platine venant d'être flambée, j'ai obtenu les résultats suivants :

	1re série.	2e série.
1° Avec l'électrode négative seule..........	(9°- 4°)	(10°- 3°)
2° Avec l'électrode positive seule..........	(90-35)	(90-32)
3° Avec les deux électrodes électrisées......	(90-61)	(90-56)

» Après ces expériences, je ne pouvais conserver aucun doute, et je pouvais être certain que, ainsi que l'avait trouvé M. Gaugain, c'est l'électrode positive, celle, par conséquent, où se rend l'oxygène, qui fournit le courant de polarisation le plus énergique, et qui détermine par le fait la réaction. Pourtant l'électrode négative joue dans les deux actions combinées un rôle énergique et que ne ferait pas supposer son action isolée; car, alors qu'elle ne fournit, étant livrée à elle-même, qu'une déviation qui n'est guère, au moment de sa stabilité, que la neuvième partie de celle produite

par l'électrode positive, elle *double* cette dernière, quand elle réagit de concert avec elle. Il est possible qu'une action chimique, autre que celle de l'oxygène, intervienne dans ces effets; cependant cette intervention ne peut être énergique avec un silex, qui est surtout conducteur par l'humidité qui a pénétré ses pores, ainsi que je l'ai démontré.

» Voulant savoir si je pourrais obtenir avec mes pierres les effets des piles à gaz, j'ai entrepris deux nouvelles séries d'expériences en faisant réagir les deux gaz, tantôt directement sur les électrodes rendues inertes, tantôt sur la pierre en contact avec les électrodes également rendues inertes. Dans le premier cas, je plongeais préalablement mes électrodes dans des tubes à travers lesquels je faisais passer, pendant vingt minutes, des courants de gaz oxygène et hydrogène; dans le second j'insufflais ces gaz aux deux extrémités de la pierre, entre elle et les électrodes. Je n'ai jamais obtenu le moindre effet, et je pouvais en conclure que les gaz à eux seuls sont dans l'impossibilité de déterminer sur les pierres les courants de polarisation si énergiques que je constatais, même à la suite d'une électrisation très-passagère.

» J'ai voulu alors examiner si une polarisation purement physique, appliquée aux électrodes, pourrait développer un courant à travers ma pierre, et j'électrisai mes électrodes (préalablement flambées) avec les courants induits de la machine de Ruhmkorff que je condensais, en faisant des électrodes elles-mêmes les deux armatures d'un condensateur. Après quinze minutes d'électrisation, je n'ai pu obtenir un effet plus marqué qu'avec les gaz, et j'ai pu en conclure définitivement que l'électrisation des électrodes ne pouvait, pas plus que l'action isolée des gaz, déterminer à elle seule les effets de polarisation. Par conséquent, il m'était indiqué que la double réaction était indispensable dans ce genre de phénomènes. Cette conclusion n'avait d'ailleurs rien que de très-conforme à mes précédentes déductions, puisque j'avais reconnu : 1° que le courant fourni par les électrodes d'une pierre électrisée ne peut se manifester que quand le conducteur non électrisé qui les réunit présente une conductibilité électrolytique; 2° que la faculté absorbante du platine pour l'hydrogène n'exerce aucun effet. On a vu, en effet, que l'on obtient les mêmes courants de polarisation avec des lames de cuivre ou de tout autre métal peu oxydable.

» Du reste, l'action produite par des électrodes électrisées au contact d'un liquide est, dans ses effets subséquents, très-différente de celle provoquée par des électrodes électrisées par l'intermédiaire d'un conducteur très-peu humide. La gaîne liquide qui les entoure et qui les suit quand on

les retire du liquide suffit pour neutraliser complétement la réaction déterminant le phénomène de la polarisation. Ainsi, quand, après avoir électrisé deux lames de platine dans de l'eau distillée, on vient à sortir les lames du liquide et qu'on les a bien essuyées, *aucun courant de polarisation n'est déterminé par elles au moment où on les réunit par une pierre conductrice;* or il n'en est pas de même quand ces électrodes ont été électrisées par l'intermédiaire d'une pierre. On pourra, dans ce cas, les essuyer avec tout le soin possible, on ne détruira pas leur faculté de déterminer des courants de polarisation quand on viendra à les placer sur une pierre de même nature non électrisée; on aura seulement affaibli un peu leur action; mais si l'on mouille ces lames avec de l'eau et qu'on les essuie ensuite, *aucun courant de polarisation ne peut plus être développé par elles, quand on les réunit à cette même pierre non électrisée,* et elles sont aussi bien dépolarisées que si on les avait flambées. Cet effet tient-il à ce que la couche d'eau en contact avec les électrodes suffit pour absorber chimiquement et instantanément tous les gaz condensés dans les pores des lames métalliques?....

» Si les effets de la polarisation sont déjà complexes avec les courants voltaïques, que devra-t-on dire de ceux qui résultent des courants induits?.... Avec les courants produits par la machine de Ruhmkorff, ils sont plus que compliqués, ils sont contraires à tous ceux qui ont été jusqu'à présent étudiés. Ainsi, si l'on fait passer à travers un silex conducteur un courant induit de ce genre, le galvanomètre dévie, sous son influence, au point de fournir une déviation qui, avec la dérivation de 4 kilometres interposée entre les deux bouts du galvanomètre, atteint (30°-28°) et s'abaisse à 19 degrés au bout de cinq minutes; *mais le courant de polarisation, au lieu de fournir une déviation de sens contraire, comme avec les courants voltaïques, en produit une dans le même sens, et cette déviation a pu atteindre* (50°-40°), pour s'arrêter à 10 degrés et s'évanouir ensuite au bout de trois minutes. Si l'on considère qu'avec des électrodes un peu développées les gaz résultant de l'action chimique de ces sortes de courants ne se dégagent généralement pas aux électrodes, on peut avoir, dans cette expérience, une preuve de plus que ce n'est pas à l'action seule des gaz qu'est dû le phénomène de la polarisation.

» J'ai répété les expériences précédentes avec des pierres de différente résistance, et même avec de l'eau pure, et j'ai trouvé toujours les mêmes effets; seulement les courants de polarisation étaient d'autant plus énergiques que le conducteur secondaire était moins résistant. Par contre, l'intensité du courant d'induction indiquée au galvanomètre était, jus-

qu'à une certaine limite, d'autant moindre, que ce conducteur secondaire avait une meilleure conductibilité. Avec une faible résistance de celui-ci, la déviation en question changeait de sens. Cette particularité montre qu'avec les courants induits de la machine de Ruhmkorff, *c'est le courant induit inverse qui détermine l'effet de polarisation,* et cela n'a rien qui puisse surprendre, si l'on considère que, *pour une même durée t, l'intensité du courant inverse est plus grande que celle du courant direct,* quand toutefois ce courant inverse peut librement passer à travers le conducteur secondaire. Or, les effets de polarisation dépendent, comme on le sait, plutôt de l'intensité du courant polarisateur que de sa tension. On peut avoir une preuve de cette explication en faisant deux expériences successives avec de l'eau pure, et avec cette eau rendue bonne conductrice au moyen d'un peu de sel. Dans le premier cas, la déviation produite par le courant de polarisation est dans le même sens que celle déterminée par le courant polarisateur; dans le second, elle est en sens inverse, et cela parce qu'alors le courant induit inverse peut passer librement à travers le liquide.

» Il existe encore, dans les effets de polarisation produits par les pierres, quelques effets particuliers dont il faut se rendre un compte exact avant les expériences. Ces effets tiennent souvent à des courants locaux qui ont une certaine intensité. La franklinite présente sous ce rapport des effets très-remarquables. Avec ce minéral, dont la formule est $Fe^2O^3 . ZnO$, il arrive souvent que le courant de polarisation, qui peut atteindre, après dix minutes d'électrisation, une intensité de (68°-36°), se renverse au bout de quelques minutes pour fournir une déviation en sens inverse, qui va en augmentant, et qui peut atteindre 20 degrés au bout de vingt-cinq minutes. Or, lorsqu'on étudie ce courant, qui devient alors persistant des journées entières, on reconnaît qu'il est dû à la pierre, sans doute parce que, n'étant pas homogènes, certaines parties de ce minéral contiennent plus de fer et d'autres plus de zinc, d'où résulte un couple local qui doit varier suivant la position des électrodes sur la pierre. Avec l'échantillon en question, ce courant local a pu atteindre 20 degrés dans une certaine position, et seulement 8 dans une autre très-voisine, et il en résulte que, suivant la direction du courant de la pile qui traverse la pierre, on peut avoir des intensités très-variables et des courants de polarisation très-différents. Ainsi, lors de l'expérience citée précédemment, le courant qui atteignait une intensité de (90°-65°) au début, et de 69 degrés au bout de dix minutes, en fournissait une de (90°-69°) au début, et de 72 degrés au

bout de dix minutes, par suite de l'inversion du courant, et le courant de polarisation était dans le premier cas (68°-36°), et dans le second (90°-50°). Seulement, dans ce dernier cas, la déviation s'arrêtait à 20 degrés, au lieu de se renverser.

» En changeant de place les électrodes, le courant local n'était plus que de 9 degrés; mais l'intensité du courant de la pile était devenue (90°-73°) au lieu de (90°-65°) et celle du courant de polarisation (88°-50°) au lieu de (68°-36°). L'inversion de ce courant ne s'en est pas moins faite pour cela, et au bout d'une heure et demie son intensité était de près de 8 degrés en sens inverse.

» Ce minéral est du reste tout à fait exceptionnel, en raison des états électriques si différents des éléments qui le composent. La plupart des autres ne m'ont donné que des déviations insignifiantes. »

HYDRAULIQUE. — *Note sur la théorie de plusieurs machines hydrauliques de son invention;* par M. **A. de Caligny**. (Extrait.)

« Plusieurs des appareils hydrauliques de mon invention, fonctionnant au moyen d'une chute d'eau motrice, reposent sur des principes très-différents les uns des autres, et cependant la règle par laquelle on peut calculer la quantité d'eau motrice la plus convenable pour obtenir le maximum de ce que les praticiens appellent *rendement* est au fond la même pour ces diverses machines, quoique les unes soient des moteurs hydrauliques et que les autres soient des appareils à élever l'eau ou à faire des épuisements.

» Cela vient de ce que les causes de déchet pour ces divers systèmes peuvent être considérées comme se divisant assez sensiblement en trois classes : 1° à chaque changement de période il y a un déchet occasionné par ce changement lui-même; or, cette quantité peut en général, pour les appareils dont il s'agit, être considérée comme une *constante* indépendante de la masse d'eau descendue à chaque période au bief d'aval; 2° si l'on cherche quel serait le travail nécessaire pour conserver les vitesses de l'eau dans une partie de son chemin, comme s'il n'y avait pas de causes de déchet, on trouve, en supposant les résistances nuisibles proportionnelles aux carrés de ces vitesses, que le travail dont il s'agit augmente, à chaque période de l'appareil, assez sensiblement comme le carré de la quantité d'eau motrice descendue au bief d'aval dans cette période; 3° le travail qui serait nécessaire pour conserver les vitesses de l'eau dans une autre partie de son

chemin, comme s'il n'y avait pas de déchet, est proportionnel, à chaque période de l'appareil, à la quantité d'eau motrice descendue dans cette période au bief d'aval. Il en est ainsi du travail qui serait nécessaire pour vaincre des *résistances nuisibles* qui se présentent dans une partie de ces appareils et dans le détail desquelles ne peut entrer une Note aussi succincte, qui suppose d'ailleurs, ce qu'on sait par expérience, que ces divers systèmes ont des tuyaux de conduite de diamètres convenables et assez longs par rapport au cylindre liquide descendu à chaque période au bief d'aval.

» La première partie du déchet étant une *constante*, son importance relativement à la perte de chute motrice est, toutes choses égales d'ailleurs, en raison inverse de la quantité d'eau descendue en aval à chaque période. La seconde partie du déchet est, relativement à la perte de chute motrice, en raison directe de cette même quantité d'eau motrice. La troisième partie du déchet, étant proportionnelle, pour chaque période de l'appareil, à la quantité d'eau motrice descendue au bief d'aval dans cette période, ne peut pas servir à déterminer la quantité d'eau motrice qui conduit au maximum dont la recherche est l'objet de cette Note. Cette troisième cause de déchet n'est pas de la même nature dans les divers appareils dont il s'agit.

» Si l'une des causes de déchet, qui influent sur la recherche dont il s'agit, est en raison inverse de la quantité d'eau motrice descendue en aval à chaque période, tandis que l'autre est en raison directe de la même quantité, il est facile de voir, soit par le Calcul différentiel, soit par d'autres moyens, que, dans les hypothèses ci-dessus énoncées, les deux quantités de travail qui seraient nécessaires pour vaincre ces deux causes de déchet doivent être égales entre elles, pour que le déchet total soit un minimum relativement au travail dépensé par la descente de l'eau motrice. Mais il faut tenir compte de ce que, les résistances nuisibles diminuant les vitesses, le travail résistant est moindre qu'on ne vient de l'admettre.

» Je suppose que, d'après les hypothèses précédentes, on eût calculé, pour une quantité d'eau motrice donnée descendue par période, le travail en résistances nuisibles, comme si les vitesses n'étaient pas diminuées par ces résistances et qu'on eût trouvé, par exemple, qu'en diminuant de moitié le nombre des périodes, dans un temps donné, et en doublant pour chaque période la quantité d'eau motrice descendue en aval, on diminuerait la fraction de la chute motrice absorbée par le déchet. Cela viendrait évidemment de ce que la partie du déchet qui aurait été supprimée par cette manœuvre avait plus d'importance que le surcroît de résistances nuisibles proportionnelles aux carrés des vitesses de l'eau qui aurait été la

conséquence de cette même manœuvre. Or, si l'on a égard à ce que, dans la réalité, les résistances nuisibles diminuent par suite de la diminution même des vitesses, il en résulte qu'il faudra débiter plus d'eau motrice que ne le suppose la règle ci-dessus, pour retrouver la quantité de travail en résistances nuisibles proportionnelles aux carrés des vitesses, qui cependant avait moins d'importance que la partie du déchet supprimée au moyen de la manœuvre dont il s'agit. Il faut de plus tenir compte de ce que la constante diminuera encore d'influence relativement à la partie de la chute motrice absorbée par elle, puisque son importance est, à ce point de vue, en raison inverse de la quantité d'eau descendue à chaque période et qui doit être plus grande, comme je viens de l'expliquer, que celle qui aurait été calculée par la règle dont il s'agit.

» La théorie indiquée succinctement dans cette Note permet aussi de déterminer quelle est la longueur du tuyau de conduite qui, dans des conditions données, est la plus convenable pour obtenir le plus grand rapport entre le travail recueilli et le travail dépensé par la chute d'eau. Elle permet de rendre compte, d'une manière encore plus simple que je ne l'avais fait, des raisons pour lesquelles mon appareil élévatoire, à tube oscillant, fonctionnant au moyen d'une chute d'eau, a donné pour ce rapport un chiffre beaucoup plus élevé à l'Exposition universelle de 1867 qu'à celle de 1855. De nouvelles expériences, faites en 1872 et 1873, ont confirmé ce résultat. Dans ces dernières, j'ai constaté, d'une manière toute spéciale, l'utilité d'un rebord extérieur, autour d'un flotteur qui est dans un des modèles au bas du tube mobile. Quand on a essayé de supprimer ce rebord, il en est résulté, dans certaines circonstances, des mouvements du tube qu'on a supprimés en le rétablissant, parce que, dans l'eau du bief d'aval où il est toujours plongé, il agit, par sa résistance, d'une manière analogue à celle de la *quille* dont on se sert pour diminuer le roulis d'un navire (1). »

---

(1) Si l'on suppose, pour simplifier, la chute motrice égale à l'unité, le travail dépensé à chaque période sera exprimé par la quantité x du poids de l'eau descendue en aval dans cette période. S'il n'y avait pas de cause de déchet, le travail recueilli serait égal à la même quantité x; mais, d'après l'hypothèse ci-dessus, en négligeant d'abord la considération précitée relative à la diminution des vitesses, le rapport entre le travail recueilli et le travail dépensé, si nous désignons par B et D deux coefficients constants et par C une constante, sera

$$\frac{x - Bx^2 - Dx - C}{x}.$$

Différentiant cette fraction et égalant la différentielle à zéro, on trouve que, pour le maximum cherché, on a $Bx^2 = C$, c'est-à-dire que la quantité d'eau motrice dépensée condui-

EMBRYOGÉNIE. — *Sur l'embryogénie des Ephémères, notamment sur celle du* Palingenia virgo (*Olivier*). Note de M. **N. Joly.**

« A l'exception du Mémoire de Luigi Calori : *Sulla generazione vivipara della Chloë diptera* (*Ephemera diptera*, Linné) (1), il n'existe, à ma connaissance, aucun travail relatif à l'embryogénie des Éphémères. On peut même dire que tous les actes qui concernent la reproduction de ces insectes sont encore enveloppés d'un voile mystérieux. Leur accouplement a été diversement décrit par les auteurs qui s'en sont occupés. Swammerdam nie même qu'il ait jamais lieu, et il pense que les œufs sont fécondés par la liqueur du mâle à la manière de ceux des poissons (2). Erreur manifeste, puisque des œufs de *Palingenia virgo* recueillis par nous, immédiatement après la ponte, sur les dalles des quais qui bordent la Garonne, se sont développés jusqu'à éclosion dans de petits lacs artificiels (3).

» Réaumur prétend avoir été plusieurs fois témoin de l'accouplement

---

sant à ce maximum est proportionnelle à la racine carrée de la constante et en raison inverse de la racine carrée du coefficient constant relatif aux résistances nuisibles proportionnelles aux carrés des vitesses de l'eau et que la constante C est égale à la partie du travail en résistances nuisibles qui augmente comme le carré de la quantité d'eau motrice débitée en aval à chaque période.

On peut parvenir aux mêmes résultats sans se servir du Calcul différentiel. En effet, il résulte des conditions mêmes de la question que, si ces deux quantités ne sont pas égales à C, quand l'une sera exprimée au moyen de C divisé par l'unité plus une quantité k, l'autre sera exprimée au moyen de C multiplié par $1 + k$. Or, la somme des quantités de travail en *résistances nuisibles* qui en résultera sera plus grande que $2C$ dans le rapport de

$$2C + 2kC + k^2C \quad \text{à} \quad 2C + 2kC,$$

comme il est facile de le voir en réduisant au même dénominateur et en développant d'une manière extrêmement simple.

Il en résulte d'ailleurs que les deux espèces de causes de déchet dont je viens de parler peuvent varier dans des limites assez étendues, sans que le rapport du travail recueilli au travail dépensé varie d'une manière bien importante.

(1) Voir *Nuovi Annali delle Scienze naturali*, série II, t. IX. Bologne, 1848.

(2) Voici comment Swammerdam s'exprime à cet égard :

« Tum igitur Faniella, more Piscium, sua excutit ovula, *quæ deinde a masculo*, qui itidem prius ex aquis evolat, et postmodum teneram adhuc pelliculam in terra exuit, *spermate vel lactibus effusis fœcundantur* (Swammerdam, *Biblia naturæ*, tome I, page 235, Leydæ, MDCCXXXVII).

(3) Cuvettes rectangulaires en porcelaine, semblables à celles dont se servent les photographes pour laver leurs épreuves daguerriennes.

du *P. virgo*, mais les quelques mots qu'il en dit prouvent qu'il ne l'a pas suffisamment observé. De Geer est plus explicite, mais sa description est assez vague pour laisser subsister des doutes dans l'esprit du lecteur.

» Enfin, M. J. Pictet, auteur d'une splendide Monographie des *Éphémérides*, passe complétement sous silence l'acte important dont il s'agit, probablement parce qu'il ne l'a jamais vu. Nous n'avons pas été plus heureux que le savant professeur de Genève; Calori ne l'a pas été davantage.

» Plus favorisé que ses devanciers, Eaton nous a dépeint, en témoin oculaire, les amours aériennes des insectes dont nous nous occupons. Suivant lui, le mâle saisit la femelle avec ses forceps abdominaux, l'oblige à céder à ses désirs, et féconde les œufs à la manière accoutumée.

» Examinés séparément, ces œufs ressemblent à de petits grains de sable demi-transparents, d'un blanc jaunâtre, de forme ovoïde, dont la petite extrémité serait surmontée d'une sorte de calotte ou de chapiteau de couleur brune, de consistance spongieuse, et constituée par des tubes ou cellules concentriquement disposées, au milieu desquelles nous avons cru apercevoir le micropyle. Le diamètre de l'œuf égale à peine $\frac{1}{4}$ de millimètre. La coque est assez dure, et résiste longtemps à l'action décomposante de l'eau, même après l'éclosion.

» Le vitellus se compose, comme à l'ordinaire, d'une foule de granulations et de gouttelettes huileuses, destinées soit à la formation des organes, soit à la nutrition du jeune individu.

» C'est toujours vers le gros bout de l'œuf que commence son développement : c'est là que les globules vitellins se transforment d'abord en un blastoderme finement granuleux.

» A cet endroit, l'œuf devient plus transparent et, du cinquième au sixième jour d'incubation, on aperçoit vaguement la partie qui deviendra la tête. Celle-ci se détache, sous la forme d'un croissant, sur le fond obscur du vitellus; puis, peu de jours après, au pôle opposé de l'œuf se dessine l'abdomen, dont la segmentation précède de beaucoup celle du thorax, et commence toujours par son extrémité sétigère. Les soies caudales elles-mêmes apparaissent de bonne heure.

» D'abord on ne voit, dans la masse blastodermique qui représente la tête, ni yeux, ni bouche, ni antennes; mais, dès que les yeux ont apparu sous forme de taches noires, composées de fins granules de même couleur, et même un peu avant cette époque, on voit surgir sur les parties latérales de la tête des tubercules ou appendices représentant les mandibules et les

mâchoires. Le labre et la lèvre inférieure se montreront beaucoup plus tard.

» Les antennes ressemblent d'abord à de grosses tiges coniques, obscurément tri ou quadri-articulées, dont l'extrémité libre est dirigée vers la partie caudale.

» Les pattes se montrent sous une forme analogue, et se replient contre le thorax au fur et à mesure qu'elles grandissent. Leurs articulations sont d'abord très-peu distinctes, mais elles ne tardent pas à le devenir, et l'on y distingue alors toutes les parties qui d'ordinaire composent ces appendices locomoteurs.

» L'abdomen, qui croît de plus en plus en longueur, laisse voir, petit à petit, les neuf segments dont il est pourvu au moment de l'éclosion; mais il s'est replié, en forme d'arc, au devant du thorax et de la masse céphalique, qu'il finit par masquer en partie.

» Les soies caudales, avons-nous dit, naissent de bonne heure sur le dernier anneau abdominal; mais, comme les autres appendices (antennes, mandibules, maxilles, pattes), elles sont, dans le principe, dépourvues de toute segmentation et, qui plus est, de toute villosité.

» Pendant tout le temps que l'animal reste dans l'œuf, on ne voit chez lui aucun organe interne complétement achevé; l'intestin lui-même n'est indiqué que par une masse de gouttelettes huileuses et de granules vitellins, occupant l'axe du corps, et d'une plus ou moins grande opacité, sauf vers le bout caudal, qui est d'une transparence parfaite. Inutile de dire que le vitellus devient de moins en moins abondant, au fur et à mesure que le corps et ses appendices se développent. Comme chez tous les autres insectes, il adhère à la région dorsale, qui est toujours la dernière à se former.

» Notons que, pendant très-longtemps (environ deux mois et demi), tous les appendices et surtout la masse céphalique sont d'une si faible consistance, qu'ils *diffluent* à la manière du sarcode si l'on extrait l'embryon de l'œuf et qu'on le plonge dans l'eau; mais, peu à peu, les organes se consolident, et, vers la fin du sixième mois ou dans les premiers jours du septième, l'embryon rompt son enveloppe, et l'éclosion a lieu.

» A ce moment, la jeune larve de *Palingenia virgo* a tout au plus 1 millimètre de longueur. Elle est encore dépourvue de plusieurs appareils, qui, au premier abord, paraîtraient indispensables à la vie, et dont l'apparition tardive a lieu de nous surprendre. Ainsi elle ne possède d'abord ni système nerveux ou musculaire visible, ni appareil circulatoire, ni tube digestif

complet, ni organes spéciaux pour la respiration. Sa bouche est moins bien armée, et ses pattes sont moins velues que chez la larve adulte. Ses antennes et ses soies caudales n'ont ni le même nombre d'articles, ni la villosité qu'elles acquerront plus tard; en un mot, comparée à ce qu'elle doit être peu de temps avant la nymphose, elle est, on peut le dire, un animal très-incomplet.

» Nous avons décrit ailleurs, et avec détails, les singulières métamorphoses que subissent les fausses branchies du *P. virgo*. Elles se montrent d'abord sous la forme de cœcums tubuleux, suspendus à l'angle postérieur des six premiers anneaux de l'abdomen; puis, en se compliquant de plus en plus, elles deviennent lamelleuses, d'abord simplement dentelées en arrière, ensuite garnies sur les bords de cils tubuleux, puis elles offrent, en définitive, l'aspect d'une double feuille lancéolée, parcourue par un gros tronc et de fins ramuscules trachéens.

» Dès que les fausses branchies apparaissent, c'est-à-dire huit ou dix jours après la naissance, on voit les corpuscules sanguins osciller dans le vaisseau dorsal, alors vaguement dessiné. Huit jours plus tard, la circulation est bien établie et s'exécute de la manière indiquée dans les Mémoires, si connus et si souvent cités, de Carus et de Verlorey.

» Les organes buccaux et locomoteurs subissent des changements analogues, mais moins prononcés que ceux des branchies, à l'exception toutefois des mandibules, qui deviennent plus robustes, plus velues, et affectent une forme passablement différente de celle des crochets mandibulaires de la larve née depuis quelques jours seulement.

» Dès qu'elle a atteint l'âge de six mois et la taille de 7 à 8 millimètres, qui correspond à cet âge, la larve de *P. virgo* n'est plus sujette à des changements notables jusqu'au moment de la nymphose; mais ceux qu'elle a subis déjà nous autorisent à dire qu'elle offre un nouvel et frappant exemple d'*hypermétamorphose*, analogue à ceux que nous avons fait connaître chez les larves d'Astrides (*OEstris equi*). Van Siebold en a signalé de pareils chez les Strepsiptères, et Fabre d'Avignon chez les *Miloë*.

» Nous avons parfaitement constaté la durée précise de l'incubation pour l'œuf du *P. virgo*. A force de soins, de patience et de persévérance, après des échecs souvent répétés, je suis enfin parvenu à m'assurer que le temps nécessaire à l'éclosion de l'œuf est de six mois au moins et de sept mois au plus. Aucun des naturalistes qui m'ont précédé n'avait pu, je crois, arriver à ce résultat. Swammerdam lui-même ne serait donc plus en droit de répéter aujourd'hui ce qu'il disait au moment où il écrivait son admirable *Mémoire*

sur les Ephémères, à savoir que la durée de l'incubation de leur œuf est très-difficile à dire, et connue de Dieu seul, qui leur a donné la forme et la vie : « *Dictu sane quam difficilimum est, nec nisi soli Deo notum iis qui formam vitamque dedit* » (1).

» Enfin, après les observations que nous avons faites pendant plusieurs années de suite (de 1862 à 1874), et dont nous venons de consigner les principaux résultats dans la Note que nous avons l'honneur d'adresser à l'Académie, l'illustre auteur de *Biblia naturæ* ne serait plus autorisé à soutenir que les larves d'*Ephémères,* au sortir de l'œuf, ne diffèrent des larves adultes ni par leur forme ni par leur organisation : « *A vermibus adultioribus nec figura, nec fabrica discrepant* » (2). »

« M. **Paul Gervais** communique des renseignements qu'il a reçus de M. Francis de Castelnau, consul de France à Melbourne, au sujet de poissons du groupe des *Ceratodus*, existant dans la rivière Fitzroy (Australie).

» On sait que, parmi les découvertes dont l'Ichthyologie s'est enrichie depuis Cuvier, une des plus remarquables est celle des poissons à la fois pourvus de branchies et de poumons, constituant aujourd'hui l'ordre des Dipnés, dont la place est marquée avec les Ganoïdes.

» Leur genre, le premier connu, est celui des *Lépidosirènes,* appartenant à l'Amérique intertropicale.

» Un autre, appelé *Protoptère,* vit dans les parties correspondantes de l'Afrique, et l'on a trouvé plus récemment en Australie un animal du même groupe, que l'analogie de ses dents avec celles connues à l'état fossile dans les terrains secondaires inférieurs de l'Europe, qu'Agassiz a prises pour types de son genre *Ceratodus*, a conduit à regarder comme ne différant que d'une manière spécifique des anciens représentants de ce genre.

» Le *Ceratodus* de la rivière Fitzroy présente les principaux caractères de celui de la rivière Burnett, auquel MM. Krefft et Gunther ont donné le nom de *Ceratodus Forsteri;* cependant M. de Castelnau estime qu'il en diffère assez pour mériter d'être considéré comme constituant un genre à part. Il donne à ce genre le nom de *Neoceratodus* et il en appelle l'espèce *N. Blanchardi.* »

---

(1) Swammerdam, *Biblia naturæ*, t. I, p. 236.
(2) Swammerdam, *Oper. cit.*, p. 236, Chap. II.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le concours du prix Dalmont pour l'année 1876.

MM. Phillips, général Morin, Tresca, de la Gournerie et H. Mangon réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Rolland et de Saint-Venant.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le concours du prix Bordin (*Trouver le moyen de faire disparaître ou au moins d'atténuer sérieusement la gêne et les dangers que présentent les produits de la combustion sortant des cheminées sur les chemins de fer, sur les bâtiments à vapeur, ainsi que dans les villes à proximité des usines à feu*) pour l'année 1876.

MM. le général Morin, Rolland, Berthelot, Dupuy de Lôme et Tresca réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Chevreul et Dumas.

L'Académie procède, par la voix du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le concours du prix Lalande (Astronomie) pour l'année 1876.

MM. Faye, Le Verrier, Lœwy, Liouville et Janssen réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Puiseux et Mouchez.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le concours du prix Damoiseau (*Revoir la théorie des satellites de Jupiter; discuter les observations et en déduire les constantes qu'elle renferme, et particulièrement celle qui fournit une détermination directe de la vitesse de la lumière; enfin, construire des tables particulières pour chaque satellite*) pour l'année 1876.

MM. Le Verrier, Faye, Lœwy, Liouville, Puiseux réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Fizeau et Y. Villarceau.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le concours du prix Bordin (*Rechercher par de nouvelles expériences calorimétriques et par la discussion des observations antérieures quelle est la véritable température à la surface du Soleil*) pour l'année 1876.

MM. Fizeau, Desains, Jamin, Faye et Berthelot réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Henri Sainte-Claire Deville et Ed. Becquerel.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le concours du grand prix des Sciences physiques (*Étude du mode de distribution des animaux marins du littoral de la France*) pour l'année 1876.

MM. Milne Edwards, Blanchard, de Lacaze-Duthiers, de Quatrefages et Gervais réunissent la majorité des suffrages. Le Membre qui, après eux, a obtenu le plus de voix est M. Ch. Robin.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE. — *Nouvelles recherches sur le gallium*. Note de M. **Lecoq de Boisbaudran**, présentée par M. Würtz.

(Renvoi à la Section de Chimie.)

« Je viens de réduire à l'état métallique à peu près 10 centigrammes (1) de gallium, que j'ai lieu de croire très-sensiblement pur.

» Ainsi que je l'avais exposé, le premier échantillon de gallium présenté à l'Académie devait sa solidité à la présence d'une petite quantité de métaux étrangers.

» Le gallium pur fond vers 29°, 5; aussi se liquéfie-t-il dès qu'on le saisit entre les doigts; il se maintient très-facilement en surfusion, ce qui explique comment un globule a pu rester liquide pendant des semaines par des températures descendant occasionnellement jusque vers zéro.

(1) C'est le produit pur extrait de 431 kilogrammes de divers minerais. Je possède en outre des produits impurs que j'estime pouvoir contenir encore 2 ou 3 décigrammes de gallium.

» Le gallium électrolysé d'une solution ammoniacale est identique avec celui que l'on obtient au moyen d'une solution potassique.

» Une fois solidifié, le métal est dur et résistant, même à peu de degrés au-dessous de son point de fusion; il se laisse néanmoins couper et possède une certaine malléabilité.

» Le gallium fondu adhère facilement au verre, sur lequel il forme un beau miroir plus blanc que celui produit par le mercure.

» Chauffé au rouge vif en présence de l'air, le gallium ne s'oxyde que très-superficiellement et ne se volatilise pas; il n'est point sensiblement attaqué à froid par l'acide nitrique, mais à chaud la dissolution s'opère avec dégagement de vapeurs rutilantes.

» La densité du métal (déterminée approximativement sur un échantillon pesant 64 milligrammes) est 4,7 à 15 degrés et relativement à l'eau à 15 degrés. La moyenne des densités de l'aluminium et de l'indium est 4,8 à zéro. Ainsi la densité confirme les prévisions théoriques, tandis que l'extrême fusibilité est un fait complétement inattendu.

» Pour les autres propriétés du gallium, je renvoie à mon pli cacheté du 6 mars et à mes précédentes Communications.

» Si l'Académie me le permet, je décrirai prochainement quelques nouvelles réactions des composés du gallium et j'indiquerai une marche à suivre dans les laboratoires pour extraire le métal de ses minerais. »

M. Wurtz présente à l'Académie trois échantillons de gallium dont un à l'état de surfusion. Il demande, au nom de M. Lecoq de Boisbaudran, l'ouverture d'un paquet cacheté déposé par lui à la date du 6 mars 1876.

Ce pli est ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel; il contient la Note suivante :

« L'échantillon de gallium métallique que j'eus l'honneur d'adresser à l'Académie par l'obligeante entremise de M. Wurtz avait été obtenu par l'électrolyse d'une solution ammoniacale de sulfate de gallium; le métal ainsi préparé était *solide* et même assez dur; sa solution dans l'acide chlorhydrique donnait brillamment les raies du gallium et *beaucoup plus faiblement* celles du zinc; ce métal était donc bien du gallium contenant, d'après les indications spectrales, seulement de petites quantités de zinc et quelques traces insignifiantes d'autres métaux.

» La solubilité de l'oxyde de gallium dans l'ammoniaque n'étant pas très-grande, j'ai cherché un autre dissolvant qui permît d'obtenir des solu-

tions concentrées et convenables pour l'électrolyse. La potasse caustique dissout une grande quantité d'oxyde de gallium : cette solution s'électrolyse aisément; mais le métal obtenu par ce procédé est *liquide* et non solide, comme l'était celui qui provenait d'une solution ammoniacale.

» Voici les observations que j'ai faites sur à peu près 1 milligramme de gallium liquide :

» 1° Un *très-petit* globule exposé à l'air libre pendant plus de trois semaines n'a pas perdu sa liquidité, non plus que son éclat métallique.

» 2° Le métal se dépose sur le platine de l'électrode négative avec l'aspect d'un enduit mat, gris blanc, formé de nombreux petits globules; il est dissous à froid par l'acide chlorhydrique étendu, avec un vif dégagement d'hydrogène.

» 3° La solution chlorhydrique du métal donne un beau spectre de gallium et faiblement les raies du zinc; celles-ci sont moins marquées qu'avec le gallium solide extrait de la solution ammoniacale.

» 4° Le résidu de l'évaporation ménagée de la solution chlorhydrique du métal liquide n'est pas coloré par l'iodure de potassium, non plus que par l'ammoniaque, ni par le sulfhydrate d'ammoniaque. Le résidu sec de l'évaporation était néanmoins suffisant pour être nettement visible. Il n'y avait donc pas de mercure.

» 5° Du gallium liquide déposé par électrolyse sur une petite lame de platine fut chauffé au rouge ou presque au rouge; il adhéra alors et sans doute s'allia au platine et résista à l'action de l'acide chlorhydrique, mais il fut attaqué par l'eau régale faible, en même temps qu'un peu de platine; la solution donna les raies du gallium. Il se détacha de la surface du platine une légère pellicule blanche insoluble dans l'eau régale : c'était peut-être de l'oxyde de gallium rendu inattaquable par la calcination.

» A l'époque de ces expériences, il me restait encore une partie du gallium solide présenté à l'Académie et qui m'avait été retourné; j'en profitai pour m'assurer de nouveau de la dureté de ce gallium et de la nature de son spectre, que je trouvai, comme auparavant, être principalement constitué par les brillantes raies du gallium avec faibles raies du zinc et traces insignifiantes d'autres métaux.

» On ne peut guère attribuer la liquidité du gallium obtenu par électrolyse d'une solution potassique à la présence d'une petite quantité de potassium que l'on supposerait avoir été réduit par le courant voltaïque; car le métal alcalin aurait été rapidement oxydé, soit pendant les lavages, soit au contact de l'air humide. Je pense donc que le gallium pur est réellement

liquide; si je l'ai d'abord obtenu à l'état solide, c'est probablement par suite de son alliage avec de petites quantités d'autres métaux, de zinc en particulier. Il convient d'observer en effet que le gallium solide était un peu moins pur que le gallium liquide. La solidité du gallium semble donc être déterminée par des quantités relativement peu considérables de métaux étrangers.

» On peut encore supposer que, lors de l'électrolyse de la solution ammoniacale, il ne se dépose pas du gallium pur, mais une combinaison ou un alliage de ce métal avec les éléments de l'ammoniaque (hydrure, amidure, azoture?).

» J'attends avec impatience le moment, prochain j'espère, où, possédant plusieurs centigrammes de gallium purifié, il me sera possible d'examiner à mon aise des propriétés physiques qui promettent d'être intéressantes. »

PHYSIQUE. — *Expériences sur la chaleur solaire*. Note de M. SALICIS. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Faye, Edm. Becquerel, Berthelot, Desains.)

M. SALICIS adresse une Lettre dans laquelle il demande l'ouverture d'un pli cacheté, déposé à l'Académie le 25 novembre 1868. Ce pli est ouvert en Séance par M. le Secrétaire perpétuel. La Note qu'il contient ne pouvant être reproduite en entier, nous nous bornons à en donner un extrait :

« J'ai conçu vers la fin de 1862 un projet d'expériences tendant à déterminer le mode de distribution de la chaleur dans les espaces planétaires.

» Le système solaire paraissant animé d'un mouvement de transport, on peut supposer qu'il en est de même des autres systèmes stellaires; dès lors rien ne prouve scientifiquement que la température des espaces soit partout la même : l'équilibre y est sans doute au contraire à l'état de perpétuelle mobilité, rien ne laissant prévoir jusqu'à présent la durée des périodes.

» Mes appareils devaient consister surtout en grands réflecteurs paraboloïdes montés parallactiquement et mus d'un mouvement, soit moyen, soit sidéral. La chaleur au foyer devait être accusée par une pile thermo-électrique.

» Les fonds nécessaires à la construction d'appareils délicats en même temps que puissants me faisant défaut, je me trouvai aussitôt arrêté et obligé de modifier mon plan primitif.

» Je tournai alors mes recherches vers l'utilisation et les propriétés chimiques de la chaleur solaire.

» Dès 1863, j'expérimentai au moyen d'un paraboloïde argenté de 36 centimètres d'ouverture et de 5 de distance focale, portant par une suspension à la Cardan un bouilleur sphérique de 8 centimètres de diamètre, le centre au foyer. Ce réflecteur était monté parallactiquement d'une manière très-simple et mû selon le mouvement solaire moyen par un écoulement constant convenablement réglé.

» Les premiers résultats ne m'ont laissé aucun doute sur la première question, celle de l'utilisation de la chaleur solaire comme moyen dynamique pendant une partie plus ou moins longue de l'année, dans tous les lieux où le ciel est clair et l'air moyennement sec. Peut-être, comme preuve à l'appui, suffit-il de signaler qu'à Paris, sous une température solaire de 32 degrés, le bouilleur noir placé au foyer accuse 225 degrés (limite du thermomètre employé).

» Je consigne ici les dispositions principales des appareils que j'ai imaginés comme premier moyen d'expérimentation. Ces appareils, ceux dont la forme est dès à présent arrêtée, sont de deux sortes :

» Les uns, que je nomme *héliodynamiques* ou *moteurs solaires* sont destinés à vaporiser l'eau par l'utilisation de la chaleur solaire;

» Les autres, que j'appelle *concentrateurs solaires* ou *héliostatiques*, transforment le faisceau des rayons reçus sur une large surface, en un cylindre plus ou moins étroit dont l'axe conserve une direction déterminée.

» *Appareil héliodynamique*. — Il se compose d'un caléfacteur, d'un vaporisateur, d'un surchauffeur ou lamineur, de réflecteurs et d'un annexe pour la régulation. Une partie de l'appareil est mobile, l'autre est fixe.

» La première se compose du caléfacteur et des réflecteurs chargés de vaporiser et de surchauffer. Chacun de ces organes est monté sur encadrement, les trois encadrements unis sur le même axe, lequel, placé dans le méridien, est incliné d'un angle égal à la latitude du lieu. Les foyers des paraboloïdes sont sur la direction de cet axe; celui-ci est naturellement trois fois interrompu, mais comme continué par les encadrements; il est animé du mouvement diurne.

» Les parties fixes sont d'abord le vaporisateur et le surchauffeur, qui sont en communication l'un avec l'autre, le premier d'un côté avec le caléfacteur, le second avec le réservoir à vapeur.

» Mes expériences m'ont donné ce résultat intéressant que, si dans un bouilleur en verre la vaporisation est lente, ce qu'on pouvait prévoir, elle

devient très-active dès que l'on fixe au centre un noyau métallique, tel qu'une ampoule pleine de mercure; on se procure ainsi au milieu de l'eau même un foyer inépuisable comme le Soleil.

» Un second résultat intéressant consiste en ce que, si l'on prend pour noyau un métal oxydable, du fer par exemple, la production d'oxyde marche rapidement, et par conséquent aussi la production d'hydrogène.

» *Concentrateur solaire ou héliostatique.* — Cet appareil est entièrement mobile. Il comprend un axe orienté parallèlement à l'axe du monde, un réflecteur pourvu de lentilles, deux miroirs plans et un régulateur....

» Le réflecteur est composé d'un grand paraboloïde concave portant un petit paraboloïde convexe qui lui est semblable, semblablement placé et à même foyer; en outre d'une lentille biconvexe ayant un diamètre égal à l'ouverture du petit paraboloïde et placée de façon que son foyer principal se confonde avec les précédents. Ces deux paraboloïdes sont percés à leur sommet d'une ouverture circulaire; celle du petit est fermée par une lentille biconvexe ayant même foyer principal que la grande....

» On pourrait donc avoir ainsi un faisceau cylindrique constant présentant un diamètre de 10 centimètres, par exemple, et fournissant, concentrée, la moitié de la chaleur pénétrant dans un paraboloïde dont l'ouverture aurait un diamètre de 1 mètre, soit une somme de chaleur 50 fois plus grande sur l'unité de surface. Je ne saurais toutefois évaluer les pertes par polarisation.

» Cet appareil peut être employé comme le précédent à la vaporisation, par conséquent à la distillation. Il fournit de plus un foyer entièrement disponible, que l'on ne peut placer à des distances variables de l'appareil et que l'on peut isoler de celui-ci par des écrans ou des cloisons.

» Dans des pays comme l'Égypte, le Sénégal, le sud de l'Algérie, ils peuvent donner des résultats tout à fait inattendus, soit au point de vue dynamique, soit au point de vue des actions chimiques. Je me propose notamment de soumettre, par leur moyen, à l'action combinée et longtemps maintenue de la chaleur et de la lumière solaire, les gaz, tel que le chlore, desquels on peut attendre un dédoublement.

» En admettant une concentration suffisamment énergique dans ce dernier appareil, je tenterai l'expérience suivante :

» Supprimons les miroirs, et substituons à celui qui est mobile un cylindre creux en verre, dont la surface puisse à volonté être privée de toute translucidité, qui ait pour bases des lentilles planes aussi minces que possible, en sel gemme ou autre matière, et dont l'axe enfin prolongerait con-

stamment celui du paraboloïde. Suspendons dans l'intérieur de ce cylindre une feuille légère de clinquant très-poli formant diaphagme plein et constituant la lentille d'une sorte de pendule ou plutôt le plan de pression d'un appareil dynamométrique délicat. Faisons maintenant le vide barométrique dans le cylindre.

» Il est possible que, laissant prendre au diaphragme une position d'équilibre dans l'obscurité et sous une température donnée, puis démasquant brusquement les lentilles du cylindre de lumière et de chaleur fourni par le paraboloïde, il est possible, dis-je, que le dynamomètre accuse le mouvement et la matérialité du fluide. Il est possible encore de déterminer, au moyen du concentrateur, la relation qui existe entre les températures indiquées par le thermomètre à air et les quantités de chaleur correspondantes, et aussi d'étendre beaucoup la physique expérimentale de la phosphorescence. On passerait de là à l'étude des différents rayons et des influences lunaires et de latitude. »

MINÉRALOGIE. — *Recherches sur les composés du carbone pur dans les météorites.* Mémoire de M. J.-LAWRENCE SMITH. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Boussingault, Daubrée, Berthelot.)

« Le but principal de cette étude est d'exposer quelques découvertes récentes qui mettent en évidence les rapports qui existent entre les pierres et les fers météoriques.

» Le fait le plus important est relatif au carbone et aux composés carbonifères.

» Ce Mémoire contient une description détaillée de mes travaux sur un hydrocarbone sulfuré, dont j'avais dernièrement annoncé la découverte à l'Académie dans les rognons graphitiques des fers météoriques; il cristallise en cristaux aciculaires et incolores, solubles dans l'éther et le sulfure de carbone. J'ai indiqué comment j'ai rencontré le même corps cristallin, ainsi que d'autres composés carbonifères, dans ce que l'on connaît sous le nom de *météorites noires* ou *carbonifères*.

» J'ai mentionné également l'existence d'un corps qui ne peut être qu'un sulfhydrocarbone dans le résidu des météorites.

» Quand ce résidu est entièrement sec, il est inodore; mais, si on le mouille et si on le dissout dans une petite quantité d'eau, il se développe une odeur forte d'*assa fœtida;* desséché de nouveau au bain-marie, il ne répand plus aucune odeur; l'addition d'un peu d'eau développe l'odeur. Cette

expérience peut se répéter douze fois sur la même matière; je ne suis même jamais arrivé au point où l'odeur devient imperceptible. Ces composés sulfurés sont en trop petite quantité pour qu'on puisse établir leur véritable nature, mais on peut présumer qu'ils appartiennent à des matières telles que l'hydrate sulfuré d'éthyle ($C^4H^6S^4$) et le quintisulfure d'éthyle ($C^4H^6S^5$).

» J'ai examiné les propriétés du graphite météorique, ainsi que de la matière carbonifère des météorites noires; cette matière n'est pas de l'humus, mais se rapproche du carbone hydraté de la fonte de fer blanche, ainsi que l'ont analysé dernièrement MM. Schützenberger et Bourgeois. Le Mémoire qui renferme ces recherches est accompagné d'une série complète d'échantillons démontrant les résultats que j'ai obtenus. »

VITICULTURE. — *Sur le Phylloxera issu de l'œuf d'hiver.* Note de M. P. **Boiteau**.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie les nouvelles observations que j'ai faites sur les mœurs du Phylloxera issu de l'œuf d'hiver.

» Le 22 avril, je l'ai vu se promener sur les écorces du cep, ainsi que sur les jeunes bois portant les bourgeons non éclos ou en éclosion. Ses allures sont très-rapides, et ses antennes, toujours en mouvement, servent à palper le terrain sur lequel il marche. Au moindre obstacle rencontré, il rebrousse chemin ou passe à côté. Il ne cherche pas à pénétrer sous les écorces d'où il est sorti et il semble cheminer dans le sens ascendant.

» Le 27 avril, en visitant des bourgeons fraîchement éclos ou en éclosion, j'ai constaté la présence d'un grand nombre de ces insectes sur la face supérieure des jeunes feuilles et au milieu du duvet cotonneux qui les recouvre. Sur certaines, j'en ai trouvé trois ou quatre, sur d'autres moins; mais j'en ai trouvé sur tous les bourgeons de pieds fortement phylloxérés. Ils sont parfaitement visibles à l'œil nu et apparaissent comme un petit point noir, dans le duvet. Pour bien les apercevoir, on n'a qu'à détacher la jeune feuille et à la regarder par transparence à un jour bien clair ou au soleil.

» Sur les bourgeons en éclosion, on ne les trouve que sur les feuilles déjà décollées, et toujours sur la face qui, plus tard, sera lisse et supérieure. Ces feuilles ont en ce moment 5 ou 6 millimètres de diamètre. Sur les racines de ces mêmes pieds, il m'a été impossible d'en rencontrer.

» Leur couleur s'est foncée; l'abdomen et une partie du thorax sont jaune citron et la partie antérieure du corps est brune. Leurs dimensions sont les mêmes, soit $\frac{33}{100}$ de millimètre de longueur et $\frac{14}{100}$ de millimètre de largeur.

» Les poils des segments de l'abdomen, du thorax, des pattes et des antennes se sont allongés; ceux du milieu du front sont les mêmes. (Ces derniers n'ont aucun caractère spécifique, ils se rencontrent chez ces insectes à toutes les périodes de leur existence.) L'abdomen est devenu plus conique; il se rapproche beaucoup de celui des aptères souterrains.

» Cette observation a été faite au milieu d'un foyer dont 20 pieds seulement avaient été laissés sans badigeonnage. Sur ces 20 pieds on trouve des Phylloxeras à tous les bourgeons, tandis que sur ceux qui ont subi l'opération il m'a été impossible, malgré de patientes recherches, de rencontrer un seul de ces insectes.

» L'avenir nous apprendra si cette jeune progéniture vit et prospère sur ces feuilles; si elle y dépose des œufs, ou si, ne trouvant pas celles de nos vignes françaises à son goût, elle descend ou se laisse tomber pour aller se fixer sur les racines. Le champ d'observation est vaste; il mérite d'être étudié dans tous ses détails, car de cette étude pourra peut-être naître un nouveau genre de traitement, ou du moins un complément de traitement pour atteindre les insectes qui auraient échappé. »

VITICULTURE. — *Application directe du sulfure de carbone dans le traitement des vignes phylloxérées.* Note de M. **Allies**. (Extrait d'une Lettre à M. Dumas.)

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Enhardi par l'accueil bienveillant que vous avez fait à ma Communication du 9 mars et par les encouragements présentés en votre nom par M. Milne Edwards, je prends la liberté de vous adresser le modèle d'un nouveau pieu, réalisant des améliorations sur celui que j'ai présenté le 9 mars.

» Ce pieu permettra, mieux encore que le précédent, d'entretenir dans le sol, aussi constamment qu'il sera nécessaire, une atmosphère de sulfure de carbone capable de détruire le Phylloxera sans altérer les vignes.

» Les vignes que j'ai traitées par le sulfure de carbone pendant toute l'année dernière ont dès à présent un aspect fort intéressant : en particulier, celles qui, au début de 1875, paraissaient être arrivées au maximum du

dépérissement et n'ont fourni que des sarments fort précaires, possèdent actuellement des bourgeons remarquables, eu égard à leur végétation en 1875. Les Phylloxeras ayant été combattus ou détruits en 1875 au moyen de l'application fréquente du sulfure, ces vignes ont évidemment produit des racines nouvelles et reviennent à la vie. Des observations analogues sont faites sur les autres vignes phylloxérées qui ont été traitées par le sulfure de carbone. Les débuts de la végétation présentent les vignes dans un état plus vigoureux et nous constatons l'amélioration et non la continuation du dépérissement. »

VITICULTURE. — *Sur un mode nouveau de culture de la vigne sans taille.* Mémoire de M. **P. Martin**. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Decaisne, Duchartre.)

« J'enlève avec le plus grand soin le bourgeon *anticipé*. La vigne produit, sur le bois de l'année et à l'aisselle de chaque feuille, deux bourgeons, l'un allongé, grêle, se développant toujours le premier et en même temps qu'a lieu l'élongation du jeune sarment : c'est le bourgeon anticipé. Si on le laisse se développer librement, il durcira, et, absorbant à lui seul toute la séve, empêchera l'autre bourgeon d'arriver à son état normal, et même de pousser le moins du monde. Il l'étreindra, l'étouffera par son développement disproportionné, de sorte que le sarment, ayant tous ses bourgeons annihilés de bas en haut par le talon du bourgeon anticipé, sera fatalement condamné à la stérilité.

» Si, au contraire, le bourgeon anticipé est coupé à sa base (il suffit d'une simple application du pouce), l'autre se gonfle, acquiert un empâtement considérable, source féconde de fructification, et offre sûrement de magnifiques grappes au printemps suivant. Cette facile opération est capitale dans la culture de la vigne. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'emploi de la méthode d'articulation dans l'enseignement donné aux sourds-muets.* Mémoire de M. **A. Houdin**. (Extrait.)

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« La méthode d'articulation est bien introduite en France, en 1745, par Péreire qui nous l'apporte de Portugal, où son compatriote Fayoso la mettait en pratique, comme l'avaient déjà fait, en Allemagne, en Hollande, en Angleterre et en Espagne, au XVIII^e, au XVII^e et au XVI^e siècle, les professeurs

Kerger, Jacques Wild, Niéderoff, Élie Schulze, Georges Raphel, Litchnitz, Lasius, Amoldi, Van Helmont, Amman, Wallis, Holder, Bulwer, Paul Bonet et Pedro de Ponce, le premier de tous en date; cette méthode est, il est vrai, bientôt dominée par celle de l'abbé de l'Épée, mais à aucune époque elle n'est perdue ni seulement oubliée parmi nous.

» Si la méthode de l'abbé de l'Épée ou des signes mimiques y prévaut et s'y généralise, c'est que, plus propre à l'enseignement collectif, elle atteint plus facilement les masses. La méthode de l'articulation, impropre à l'enseignement collectif et n'atteignant bien que l'individu, n'en a pas moins, de tout temps, ses partisans et ses adeptes, et, sans recevoir jamais tous les développements désirables, elle n'en est pas moins toujours l'objet de l'attention et d'une application aussi sage qu'intelligente.

» Après les abbés de l'Épée et Sicard, qui ne s'en occupent eux-mêmes qu'en passant, il est vrai, et visiblement dominés par l'idée de l'intérêt des masses et surtout par l'esprit de système, il ne cesse pas d'y avoir en France des écrivains spéciaux et des professeurs qui en prennent la défense et la mettent dans une certaine mesure en pratique, MM. Valade Gabel et Léon Vaïsse, entre autres, tous les deux successivement professeurs et directeurs d'institutions nationales. »

MM. **Éd. de Générès**, **F. Neyrat** adressent des Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

Un auteur, dont le nom est contenu dans un pli cacheté, adresse, pour le concours du grand prix des Sciences mathématiques (*Solutions singulières des équations aux dérivées partielles du premier ordre*), un Mémoire portant pour épigraphe : « Travaillez, prenez de la peine; c'est le fonds qui manque le moins ».

(Renvoi à la Commission.)

M. **Ch. Fauvel** adresse, par l'entremise de M. Bouillaud, pour le concours des prix de Médecine et Chirurgie (fondation Montyon), son « Traité pratique des maladies du larynx ». Cet Ouvrage est accompagné d'une analyse manuscrite.

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et Chirurgie.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** informe l'Académie que, par l'entremise de l'Ambassadeur d'Angleterre, le Comité directeur de l'Exposition d'appareils scientifiques de South Kensington a exprimé le désir de voir le gouvernement français désigner des savants pour prendre part aux conférences, qui auront lieu du 15 au 31 mai, sur la construction et l'usage des principaux appareils exposés. Les Sociétés savantes de la Grande-Bretagne ont l'intention de faire une réception honorable aux délégués français, dont la présence contribuera au succès de l'Exposition. M. le Ministre de l'Instruction publique prie l'Académie de lui adresser une réponse à ce sujet.

Cette Communication sera soumise à l'examen de M. le général Morin, président de la Commission nommée pour assister au Congrès de Kensington.

La **Société industrielle de Mulhouse** avait prié l'Académie de vouloir bien se faire représenter à la célébration du cinquantième anniversaire de sa fondation. M. *Resal* a été délégué par l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° La 3e livraison du tome II de « l'Histoire naturelle des oiseaux-mouches ou colibris, constituant la famille des Trochilidés, » par MM. *E. Mulsant* et *E. Verreaux*;

2° Une brochure de M. *G.-A. Hirn*, intitulée : « Les Pandynamomètres, théorie et application ».

ASTRONOMIE. — *Observations de planètes faites à l'Observatoire de Marseille.* Note de M. **E. Stéphan.**

(161) Watson. 11e grandeur.

1876.	Temps moyen de Marseille.	Ascension droite.	l. f. p.	Distance polaire.	l. f. p.	Étoile de comp.	Obs.
	h m s	h m s		° ′ ″			
Avril 20	15.17.22	13.26.58,74	$+\bar{1},573$	101.42.41,4	$-0,8258$	*a*	Borrelly
22	10. 2.26	13.25. 4,23	$-\bar{1},173$	101.39.14,5	$-0,8584$	*a*	»

(162) P. Henry. 11ᵉ-12ᵉ grandeur.

1876.	Temps moyen de Marseille.	Ascension droite.	l. f. p.	Distance polaire.	l. f. p.	Étoile de comp.	Obs.
	h m s	h m s		° ′ ″			
Avril 22	11. 6.30	14. 9.10,95	$-\bar{1},042$	102.16.46,4	−0,8640	*b*	Borrelly
25	9 41.59	14. 6.39,84	$-\bar{1},372$	102. 8.59,6	−0,8533	*c*	»

(163) Perrotin. 12ᵉ grandeur.

Avril 27	8.43.10	14.10.54,38	$-\bar{1},496$	96.19.13,9	−0,8163	*d*	»

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1876,0.

Étoile de comp.	Autorités.	Ascension droite.	Distance polaire.
		h m s	° ′ ″
a	402 Weisse H. XIII (A. C.).	13.25.50,61	102. 1.21,9
b	181 Weisse H. XIV (A. C.).	14.12. 5,82	102. 0.39,2
c	49 Weisse H. XIV (A. C).	14. 5. 9,27	102. 0. 2,9
d	186 Weisse H. XIV (A. C.).	14.12. 9,89	96.26.15,8

PHYSIQUE. — *Phénomènes d'interférence réalisés avec des lames minces de collodion.* Note de M. E. Gripon, présentée par M. Jamin.

« On prend deux lames de collodion bien tendues sur des cadres et on les dispose de telle sorte que l'œil reçoive la lumière qui s'est réfléchie successivement sur ces deux lames; celles-ci sont à peu près parallèles. On aperçoit alors, dans le champ de la vision, des franges d'interférence. On réalise ainsi très-facilement les franges données par les plaques inclinées de Brewster ou par les glaces parallèles de M. Jamin. Les franges ainsi obtenues sont larges, brillamment colorées, mais l'irrégularité de structure des lames de collodion se trouve révélée par l'irrégularité des franges. Elles sont locales, en ce sens qu'elles changent de forme et d'allure suivant la place qu'elles occupent à la surface de la lame. Le plus souvent les franges, au lieu d'être rectilignes, sont contournées en zigzags nombreux; la surface de la lame paraît alors moutonnée, comme elle l'est lorsque la couche de collodion que l'on a versée sur la glace commence à se dessécher. Rien ne montre mieux le peu d'homogénéité de ces lames de collodion.

» C'est le hasard qui fait rencontrer les lames de collodion qui conviennent le mieux à la production de ces franges. Quelquefois le phénomène d'interférence ne se révèle que par des colorations variées, aux contours vagues, qui couvrent les lames. Les lames trop minces ou trop épaisses conviennent moins bien que celles qui ont environ $0^{mm},1$. Une trop grande différence dans l'épaisseur des lames suffit pour faire disparaître les franges.

On prend pour miroir une lame mince de collodion; on reçoit la lumière des nuées sous l'angle de polarisation, 56 degrés environ; le faisceau réfléchi traverse ensuite un Nicol analyseur; sur son trajet, on dispose un cristal donnant des anneaux ou des franges d'interférence, par exemple un spath ou un quartz perpendiculaire à l'axe. On aperçoit alors, en dehors des anneaux normaux, un nouveau système d'anneaux, concentriques aux premiers, moins colorés, plus resserrés. Au milieu de ce système se trouvent une frange blanche et, de part et d'autre, une série de franges peu colorées.

» On s'explique la formation de ces anneaux secondaires en remarquant que la lame de collodion qui sert de miroir étant très-mince donne dans chaque direction deux rayons réfléchis sur chacune des faces de la lame, et qui ont dès lors contracté une différence de marche égale au double de l'épaisseur de la lame traversée par l'un d'eux. Cette différence change avec l'inclinaison du rayon considéré sur la normale. En traversant la lame de spath, chaque rayon se dédouble en deux autres qui contractent des différences de marche : de là les phénomènes bien connus de la polarisation chromatique. On conçoit que ces différences de marche, provenant soit de la réflexion sur la lame de collodion, soit de l'interposition du spath, puissent s'ajouter ou se retrancher. Dans ce dernier cas, il peut y avoir un groupe de rayons pour lesquels la différence de marche redevienne nulle ou soit représentée par un petit nombre de demi-longueurs d'ondulations. Ce sont ces rayons qui donnent les anneaux secondaires avec leur frange centrale blanche. Ces anneaux se forment plus ou moins loin du centre, à la place des franges qui, dans le système normal, seraient d'un rang élevé. Ils sont d'autant plus écartés des anneaux ordinaires distinctement visibles que la lame de collodion est plus mince. Un petit changement dans l'inclinaison des rayons réfléchis suffit pour faire varier d'une demi-longueur d'ondulation la différence de marche résultante : c'est pour cela que les anneaux secondaires sont serrés.

» Ce phénomène des franges secondaires s'observe très-bien avec le polariscope de Savart. Outre les franges rectilignes normales, on aperçoit deux groupes de franges secondaires qui sont, en général, inclinées sur les premières et plus pâles. Elles s'en distinguent encore en ce que les bords de ces franges sont dentelés, comme nous l'avons déjà dit plus haut.

» On retrouve encore des anneaux secondaires, en employant l'appareil ordinaire des anneaux colorés de Newton.

» On interpose une lame de collodion sur le trajet des rayons soit incidents, soit réfléchis; dans ce dernier cas on peut recevoir, soit la lumière

réfléchie sur la lame de collodion, soit la lumière qui la traverse dans une direction oblique.

» Du reste, on observe ces anneaux secondaires si l'on reçoit la lumière réfléchie par l'appareil des anneaux de Newton sur un second appareil du même genre, ou sur un assemblage de cristaux et d'analyseur propre à donner des franges de polarisation chromatique. Un des systèmes qui réussit le mieux et qui présente les plus belles franges secondaires est celui des quartz croisés donnant, par lui-même, des franges hyperboliques. On sait que, si l'on observe ces franges assez loin de leur centre, elles dégénèrent en franges rectilignes, parallèles à une des asymptotes. Si l'on place la frange centrale de telle sorte qu'elle passe par le centre des anneaux colorés, on aperçoit de part et d'autre de cette frange deux systèmes d'anneaux secondaires, dont les centres sont à droite et à gauche du centre des anneaux de Newton. Les anneaux secondaires et les anneaux ordinaires s'entrecroisent et donnent de jolies colorations avec la lumière blanche.

» On construirait facilement l'un de ces anneaux par points, en le faisant passer par les points d'intersection des anneaux de rang n avec les franges de rang $n+1$. Un autre sera donné par l'intersection des anneaux de rang n avec les franges de rang $n+2$....

» Si l'on change la position de la frange hyperbolique centrale, les anneaux s'élargissent, ils deviennent elliptiques, finissent par envelopper les anneaux de Newton et ne deviennent visibles que dans la partie qui est comprise entre les anneaux de Newton et les franges hyperboliques. On peut, par un calcul très-simple, trouver l'équation de ces franges secondaires et rendre compte des diverses apparences qu'elles peuvent présenter. »

PHYSIQUE. — *Sur la distribution du magnétisme dans les barreaux cylindriques;* Note de M. **Bouty**, présentée par M. Jamin.

« 1. J'ai déjà établi ailleurs (*) que les moments magnétiques y d'aiguilles cylindriques minces, trempées dur et aimantées à saturation, sont représentés par la formule

$$(1) \qquad y = \mathrm{A}a^2\left(x - \frac{2}{\beta}\,\frac{e^{\frac{\beta x}{2}} - e^{-\frac{\beta x}{2}}}{e^{\frac{\beta x}{2}} + e^{-\frac{\beta x}{2}}}\right)$$

(*) *Annales de l'École Normale*, 2e série, t. III, p. 34.

donnée pour la première fois par Biot et rattachée par Green à la théorie de la force coercitive. Dans cette formule, a représente le diamètre de l'aiguille, x sa longueur, β une quantité de la forme $\frac{B}{a}$; enfin A et B sont deux constantes. La même formule s'applique aussi (*) aux aiguilles tirées par voie de rupture du centre d'aiguilles non saturées.

» Les expériences que j'analyse sommairement aujourd'hui se rapportent à des barreaux de 6 à 10 millimètres de diamètre (**), aimantés dans l'axe d'une bobine de $1^m,20$ de longueur et de 5 centimètres de diamètre intérieur. Elles ont établi que la formule (1), pour des valeurs de A et de B convenablement choisies, représente toujours exactement les moments magnétiques, pourvu que les barreaux soient vierges de toute aimantation antérieure et qu'ils soient tous aimantés dans des conditions identiques. Sous ces restrictions, elle s'applique aussi bien à l'aimantation temporaire qu'à l'aimantation permanente, que l'on aimante à saturation ou non.

» La quantité A est une fonction de l'intensité de la force magnétisante qui ne diffère pas de celles que nous avons considérées précédemment sous le nom de *fonctions de magnétisme temporaire et permanent* (***); $\frac{1}{\beta} = \frac{a}{B}$ est la limite vers laquelle tend la distance d'un pôle du barreau à l'extrémité voisine, quand la longueur x du barreau croît indéfiniment.

» Mes expériences établissent que pour l'acier non trempé le coefficient B est indépendant de l'intensité du courant qui produit l'aimantation. A l'aimantation temporaire correspond une valeur déterminée B_1; à l'aimantation permanente une valeur $B_2 < B_1$ (****).

» Pour interpréter ces résultats, nous remarquerons avec Biot que, si l'on admet que la quantité de magnétisme libre contenue dans une tranche d'épaisseur du située à une distance u du milieu d'un barreau quelconque de la série que l'on étudie soit représentée par la formule

$$(2) \qquad z = A a^2 \beta \frac{e^{\beta u} - e^{-\beta u}}{e^{\beta \frac{x}{2}} + e^{-\beta \frac{x}{2}}},$$

(*) *Annales de l'École Normale*, 2e série, t. III, p. 42.

(**) Aciers tréfilés français de MM. Peugeot et Jackson.

(***) *Comptes rendus*, 15 mars 1875.

(****) Pour l'acier trempé, B_1 est indépendant de l'intensité du courant; mais B_2 croît avec cette intensité vers une certaine limite $< B_1$.

le moment magnétique y sera représenté par la formule (1). Inversement, si les moments magnétiques vérifient la formule (1), les distributions peuvent être conformes à la formule (2). Nous admettrons qu'elles le sont en effet.

» On reconnaît sans peine que la variation du coefficient A ne change pas la *forme* de la distribution (2). Au contraire, quand on fait varier B, la courbe de distribution se rapproche d'autant plus vite de l'axe des abscisses que B est plus grand; quand B augmente, la distribution magnétique se *raccourcit;* elle *s'allonge* quand B diminue. Le résultat auquel nous sommes arrivé pour les valeurs de B_1 et de B_2 signifie donc que l'aimantation temporaire est plus *courte* que l'aimantation permanente.

» 2. Quant on soumet un barreau saturé à l'action d'un courant direct, l'aimantation permanente qu'il conserve après la cessation du courant n'est pas modifiée; mais le moment qu'il possède pendant l'action du courant est toujours supérieur au moment permanent.

» De plus, on reconnaît qu'il est impossible de représenter les moments par une formule de la forme de l'équation (1); mais ils sont très-bien représentés par la formule à deux termes

$$(3) \qquad y = \alpha_1\left(x - \frac{2}{\beta_1}\,\frac{e^{\frac{\beta_1 x}{2}} - e^{-\frac{\beta_1 x}{2}}}{e^{\frac{\beta_1 x}{2}} + e^{-\frac{\beta_1 x}{2}}}\right) + (A_2 - \alpha_2)\left(x - \frac{2}{\beta_2}\,\frac{e^{\frac{\beta_2 x}{2}} - e^{-\frac{\beta_2 x}{2}}}{e^{\frac{\beta_2 x}{2}} + e^{-\frac{\beta_2 x}{2}}}\right).$$

» Dans cette formule, β_1 et β_2 conservent les valeurs correspondant à l'aimantation temporaire et à l'aimantation permanente; α_1 et α_2 sont les valeurs de A pour l'aimantation temporaire (*) et permanente que produirait une première application du courant qui réaimante; A_2 la valeur de A pour l'aimantation permanente à saturation.

» La distribution correspondante est la somme de deux distributions, l'une longue, l'autre courte. Ce qu'il y a d'intéressant, c'est que la quantité de la distribution courte l'emporte sur la diminution de quantité de la distribution longue. De nouveau magnétisme est évoqué par le courant des profondeurs moléculaires pour faire l'appoint $\alpha_1 - \alpha_2$, tandis qu'une portion très-considérable de l'aimantation primitive conserve la distribution longue, comme insensible à l'action du courant.

(*) Nous prenons toujours aimantation temporaire dans le sens d'aimantation totale pendant l'action du contact.

» 3. Quand on désaimante un barreau saturé par l'application d'un courant inverse, les moments résiduels conservés par les barreaux après la cessation du courant peuvent être représentés par la formule (1) avec la valeur β_1 de β. La distribution est une distribution longue simple.

» Mais, pendant l'action du courant, le moment temporaire est encore représenté par une formule à deux termes. C'est la différence du moment permanent résiduel et du moment temporaire que produirait une première application du courant employé.

» La distribution est le résultat obtenu en retranchant d'une distribution longue les ordonnées d'une distribution courte. Pour des valeurs convenables du courant qui désaimante, l'ordonnée de cette distribution résultante change de signe en un point situé entre le milieu du barreau et son extrémité. Le barreau doit donc présenter deux points conséquents symétriques par rapport à son milieu : c'est ce que j'ai vérifié par des expériences directes.

» La vérification de cette conséquence des formules des moments justifie l'induction que nous avons employée, après Biot, relativement à la distribution magnétique. »

PHYSIQUE. — *Sur la transmission des courants électriques par dérivation au travers d'une rivière.* Note de M. **Bouchotte**, présentée par M. Edm. Becquerel.

« Ayant eu connaissance des recherches de M. Bourbouze sur la *télégraphie sans fil,* je me décide à publier une expérience que j'ai faite, en 1858, sur ce sujet. Voici dans quelles conditions :

» Sur la rive gauche du Rupt-de-Mad, petite rivière de notre ancien département de la Moselle, un fil aérien de 300 mètres de longueur fut mis en communication avec le sol par ses deux extrémités. Il était traversé par le courant de deux éléments Bunsen, pourvus d'un commutateur; un seul élément aurait suffi.

» Sur la rive droite un autre fil de même longueur plongeait en terre par ses bouts; un galvanomètre était placé dans ce circuit. Ces quatre points de contact avec le sol représentaient les sommets d'un rectangle de 300 mètres de base sur environ 80 mètres de hauteur. Dès que le circuit de la pile était fermé, l'aiguille du galvanomètre était projetée avec force contre l'un de ses arrêts : le sens de la déviation de l'aiguille aimantée dépendait de l'orientation du commutateur intervenant dans l'autre circuit.

» Cette expérience peut être répétée, avec succès, sous des formes bien diverses, à ces conditions toutefois : c'est que, premièrement, la résistance de la partie du circuit voltaïque confié au sol reste de grandeur comparable aux autres résistances du système; et qu'en second lieu les électrodes appartenant au courant de dérivation soient inégalement influencées par celles qui interviennent dans le courant principal. »

PHYSIQUE. — *Sur un nouveau système d'électro-aimant à spires méplates.* Note de M. V. SERRIN, présentée par M. du Moncel.

« Dans certaines expériences électriques et notamment avec les régulateurs de lumière électrique destinés à produire une lumière équivalente à 2000 ou 3000 becs Carcel, les fils des bobines des électro-aimants qui peuvent être employés sont soumis à un tel degré de chaleur que les matières isolantes dont ceux-ci peuvent être entourés sont immédiatement brûlées ou détruites dès qu'on y fait passer le courant.

» Pour obvier à cet inconvénient, qui a pour effet d'annuler complétement la force de l'électro-aimant en établissant entre les spires un conducteur secondaire qui dérive la plus grande partie du courant, j'ai eu l'idée de composer mes spirales électromagnétiques avec des hélices métalliques dépourvues de toute couverture isolante et disposées de manière que les spires ne pussent se toucher. Pour que cette hélice pût être adaptée aux noyaux magnétiques et aux rondelles de l'électro-aimant avec un isolement suffisant, j'ai recouvert d'une couche assez épaisse d'émail vitreux les noyaux de fer en question, ainsi que les parties internes des rondelles; et, pour obtenir le plus grand nombre de tours de spires possible avec le maximum de section, j'ai évidé mon hélice dans un cylindre de cuivre d'une épaisseur égale à celle de la bobine. De cette manière, l'hélice électromagnétique est représentée par une sorte de filet de vis, à pas assez serré, d'une saillie égale à celle des rondelles, et dont la partie centrale est représentée par les noyaux magnétiques et leur enveloppe d'émail. La construction d'une pareille hélice, avec l'outillage que j'ai imaginé pour la produire, n'a rien de difficile, et elle a l'avantage, tout en étant d'une grande propreté à l'œil, de permettre un démontage facile des éléments constitutifs de l'électro-aimant.

» On comprend aisément qu'avec cette disposition l'hélice peut être portée à une température très-intense sans que les spires cessent d'être isolées les unes des autres, puisqu'elles ne se touchent pas et qu'elles sont

séparées de la carcasse de l'électro-aimant par une substance qui ne peut être altérée que par les chaleurs les plus élevées. Du reste, la grande section des spires ainsi formées en rend l'échauffement plus difficile qu'avec les dispositions ordinaires, et ce n'est pas un des moindres avantages de cette sorte d'électro-aimant.

» Dans le régulateur de lumière électrique que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, et dans lequel est adapté ce nouveau système d'électro-aimant, on a pu porter au rouge la spirale sans que l'appareil ait eu sa sensibilité altérée, et la section de cette spirale est telle que, pour les courants d'une pile de Bunsen, même de très-grande puissance, la chaleur développée n'était pas appréciable au toucher.

» Je ferai en même temps remarquer à l'Académie que, dans ce nouveau système de régulateur, j'ai introduit d'assez notables perfectionnements. Ainsi, au moyen d'un petit dispositif adapté aux chaînes des porte-charbons, j'ai pu faire en sorte de déplacer le point lumineux sans éteindre la lumière, ce qui est très-important pour l'application de ces appareils aux phares, afin de donner la possibilité de bien centrer le point lumineux par rapport aux lentilles.

» On remarquera que, dans ce modèle, les charbons entre lesquels se développe l'arc voltaïque ont 15 millimètres de côté, soit 225 millimètres carrés de section, et que, malgré ses grandes dimensions, la sensibilité de l'appareil est si grande, qu'un petit anneau de caoutchouc, placé entre les deux charbons, suffit pour en arrêter le mouvement sans que sa circonférence en soit notablement déformée. »

CHIMIE. — *Sur un nouveau sulfate de potasse.* Note de M. **J. Ogier**, présentée par M. Berthelot.

« 1. Lorsqu'on prépare le benzinosulfate de potasse en dissolvant la benzine dans l'acide sulfurique fumant, saturant le mélange par le carbonate de potasse et séparant le sulfate du benzinosulfate par des cristallisations successives, la première eau mère laisse déposer un sel qui m'a paru présenter quelques propriétés singulières. Ce corps est formé de cristaux jaunâtres très-durs, décrépitant par la chaleur, précipitant le chlorure de baryum et offrant, en résumé, les caractères du sulfate de potasse; mais, si l'on vient à le dissoudre dans l'eau bouillante, on voit se déposer, par le refroidissement, de grandes lames minces, blanches et transparentes. J'ai l'honneur de les mettre sous les yeux de l'Académie.

» 2. Ce nouveau sel, si différent par sa forme cristalline du sulfate de potasse ordinaire, est cependant un sel neutre, formé d'acide sulfurique et de potasse, mais avec de l'eau de cristallisation, circonstance que le sulfate de potasse n'avait pas présentée jusqu'à ce jour.

» 100 parties d'eau à 15 degrés en dissolvent 9,82, et le sel peut recristalliser, sous la même forme, sans décomposition notable. Dans le vide ou dans une étuve à 150 degrés, il perd 4,6 pour 100 d'eau.

» Le dosage de l'acide sulfurique à l'état de sulfate de baryte et celui de la potasse à l'état de chloroplatinate ont donné :

Acide sulfurique, SO^3	44,9	100,1.
Potasse, KO	50,6	
Eau, HO	4,6	

La formule $SO^3KO + \frac{1}{2}HO$ exige :

Acide sulfurique, SO^3	43,7	100,0.
Potasse, KO	51,3	
Eau, HO	5,0	

» 3. D'après les conditions dans lesquelles ce corps a pris naissance, j'ai cru pouvoir attribuer les différences de ses propriétés avec celles du sulfate ordinaire à la présence d'une très-petite quantité de benzinosulfate combiné. En effet on peut facilement mettre le carbone en évidence en dissolvant le sel dans l'eau, après l'avoir calciné; mais la quantité de matière organique est si faible, que la combustion par l'oxyde de cuivre, opérée sur 2 grammes, n'a donné que 0,25 pour 100 de carbone.

» 4. J'ai cherché à reproduire ce corps directement en faisant cristalliser un mélange de sulfate et de benzinosulfate fait exprès. C'est seulement en opérant en présence d'un excès de benzinosulfate que j'ai réussi à obtenir des lamelles blanches, identiques avec le sel que je viens de décrire.

» 5. J'ajoute, en terminant, que la préparation du benzinosulfate de cuivre donne lieu à la formation de composés analogues. On obtient, en effet, dans les premières eaux mères, un sel cristallisé en grandes et minces lames bleues, contenant 36 pour 100 d'eau et très-différent du sulfate de cuivre ordinaire, bien qu'il soit formé presque exclusivement d'acide sulfurique et d'oxyde de cuivre à équivalents égaux; mais il renferme en même temps une petite quantité de benzinosulfate de cuivre, correspondant à 1,11 pour 100 de carbone.

» 6. Il résulte de ces faits que la présence d'une trace de benzinosulfate, trace trop faible pour représenter un sel double ordinaire, suffit cependant

pour modifier profondément les propriétés des sulfates et leur quantité d'eau de cristallisation.

» Ce travail a été fait au laboratoire de M. Berthelot. »

CHIMIE. — *Sur l'origine du nerf dans le fer puddlé.* Note de M. **H. Le Chatelier**, présentée par M. Daubrée.

« La cassure d'un barreau de fer puddlé et étiré au laminoir présente généralement un aspect fibreux qui dénote un défaut complet d'homogénéité dans la masse métallique. Ce défaut d'homogénéité est dû, comme l'a fait voir M. Tresca dans ses travaux sur l'écoulement des solides, à la présence de matières étrangères interposées mécaniquement dans le fer. Il a décelé leur existence en attaquant par un mordant convenable la surface bien polie d'une section transversale d'un barreau.

» Ces matières paraissaient devoir être des scories de four à puddler et des oxydes de fer, mais jusqu'ici aucune analyse directe ne l'avait démontré; on n'avait pas encore isolé ces impuretés de la masse de fer au milieu de laquelle elles sont noyées. J'ai cherché à le faire et j'ai employé pour cela la méthode indiquée par M. Schlœsing pour l'analyse des fontes.

» En traitant un morceau de fer nerveux par un courant de chlore gazeux à la température du rouge sombre, j'ai volatilisé le fer et j'ai obtenu comme résidu un squelette présentant exactement la forme du morceau soumis à l'expérience, mais d'une ténuité, d'une légèreté telle, que le moindre souffle le fait disparaître. Sa couleur est blanc verdâtre; il est composé de silice en forte proportion et d'un peu d'oxyde de fer. Ce sont les scories interposées mécaniquement dans le fer qui ont résisté partiellement à l'action du chlore, tandis que le fer et les métalloïdes qui lui étaient combinés ont été complétement volatilisés. La proportion de ce résidu a oscillé autour de 1 pour 100 dans divers échantillons que j'ai étudiés.

Fil de fer au bois du Jura...........	0,7 pour 100
Fil de fer à la houille de Belgique....	1,3 pour 100

» Les particules de scories sont disséminées dans toute la masse, mais n'y sont pas distribuées au hasard. Pour se rendre compte de leur disposition, il suffit de jeter un coup d'œil sur le squelette qu'elles forment. On voit qu'elles sont orientées d'une façon semblable : elles sont alignées en longues files parallèles à la direction suivant laquelle le fer a été étiré. Un fil de fer laisse un faisceau de longs fils blanchâtres parallèles entre eux. Une feuille de tôle laisse encore un faisceau de fils, mais réunis entre eux, de

façon à former de petites plaquettes que l'on peut séparer avec la pointe d'un canif et que l'on peut ouvrir comme les feuillets d'un livre.

» Les scories empêchent les grains du fer de se souder complétement entre eux et donnent ainsi lieu dans la masse métallique à des surfaces de moindre résistance qui sont orientées comme les scories elles-mêmes. C'est la présence de ces surfaces de moindre résistance qui empêche la cassure d'un barreau de fer d'être sensiblement plane et perpendiculaire à ses arêtes, et qui donne naissance au nerf. Le nerf sera d'autant plus prononcé, toutes choses égales d'ailleurs dans le travail, que les scories auront apporté un plus grand obstacle à la soudure des grains de fer, qu'elles seront moins fluides pendant le travail.

» Ces considérations permettent de se rendre compte de l'origine des diverses textures que peuvent présenter les massicaux de fer puddlé. Le *grain* ou absence de nerf est généralement produit par la fusibilité de scories manganésées ou alcalines, par la mollesse à chaud du fer carburé ou phosphoreux, et par la haute température à laquelle se fait le puddlage bouillant; le *nerf* résulte au contraire du peu de fusibilité de scories partiellement peroxydées et de la température comparativement basse à laquelle se fait le puddlage Toutes ces conditions dépendent, d'une part de la composition chimique des scories et du fer, d'autre part de la température à laquelle se fait le travail. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une nouvelle substance organique cristallisée*. Note de M. **D. Loiseau**, présentée par M. Des Cloizeaux. (Extrait.)

« J'ai l'honneur d'appeler l'attention de l'Académie sur l'existence d'une nouvelle matière organique à laquelle je propose de donner le nom de *raffinose*.

» L'échantillon de *raffinose* que j'ai à ma disposition a été obtenu à la raffinerie de MM. A. Sommier et C^ie, pendant que nous recherchions les conditions les plus favorables à l'extraction du sucre des mélasses (1), au moyen du sucrate d'hydrocarbonate de chaux (2).

» Je me propose de faire connaître successivement les propriétés de la

(1) Ces mélasses étaient le résidu de diverses qualités de sucre de betterave.

(2) Nous nous proposons, M. Boivin et moi, d'adresser prochainement à l'Académie une étude complète de cette nouvelle combinaison, dont nous avons fait d'importantes applications dans l'industrie sucrière.

raffinose, sa composition élémentaire, les combinaisons qu'elle forme avec les bases, les modifications que les acides lui font éprouver et les produits qui résultent de sa fermentation. Je me propose, en outre, d'examiner si la raffinose peut être retirée directement de la betterave.

» La raffinose à l'état de pureté possède une saveur sucrée presque nulle. Elle peut être obtenue sous la forme de cristaux plus ou moins gros; les cristaux très-fins sont blancs; ils deviennent transparents à mesure qu'on les obtient plus gros. M. Des Cloizeaux veut bien s'occuper de l'étude de leurs propriétés cristallographiques et optiques.

» La raffinose séchée à l'air, sur du papier buvard, jusqu'à ce que son poids reste constant, est presque insoluble dans l'alcool à 90 centièmes : un litre de ce liquide n'en dissout pas 1 gramme à la température de 20 degrés C. A la température de 20 degrés C., l'eau en dissout environ le septième de son poids, tandis que, à 80 degrés C., l'eau la dissout en toutes proportions. La raffinose se liquéfie, même complétement, sans l'intervention de l'eau, si on la soumet à la température de 80 degrés C. dans un tube hermétiquement fermé.

» La raffinose perd 15,1 pour 100 d'eau lorsqu'on la porte lentement et progressivement jusqu'à la température de 100 degrés C.; mais elle reprend la plus grande partie de cette eau lorsqu'on l'abandonne ensuite au contact de l'air ambiant.

» La raffinose en dissolution dans l'eau possède un pouvoir rotatoire supérieur à celui du sucre : si l'on représente par 100 le pouvoir rotatoire du sucre, celui de la raffinose sera représenté par le nombre 159.

» L'analyse élémentaire de la raffinose cristallisée fournit les résultats suivants, dans 100 grammes :

Carbone........	36,30	36, 4
Hydrogène........	7,07	7,07
Oxygène..........	56,63	56,63

» Ces nombres conduisent à représenter la composition de la raffinose cristallisée par la formule $C^6H^7O^7$ ou l'un de ses multiples.

» Si, d'autre part, on tient compte de la perte de 15,1 pour 100 que la raffinose subit lorsqu'on élève sa température lentement et progressivement jusqu'à 100 degrés C., on est conduit à représenter la composition de cette substance par la formule

$$C^{18}H^{16}O^{16} + 5HO.$$

» La composition de la raffinose anhydre différerait ainsi très-peu de

celle du sucre cristallisé. C'est ce qu'on peut mettre en évidence en doublant la formule de la raffinose déshydratée, qui devient $C^{36}H^{32}O^{32}$, et en triplant la formule du sucre, qui devient $C^{36}H^{33}O^{33}$.

» J'aurai l'occasion de montrer prochainement que le sucre et la raffinose ont d'autres points de rapprochement. Il paraîtra peut-être naturel alors de se demander si la raffinose est ou n'est pas le produit organique qui précède la formation du sucre cristallisable et d'entreprendre des expériences dans le but de résoudre cette question. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur une nouvelle méthode pour l'étude de la respiration des animaux aquatiques.* Note de MM. **F. Jolyet** et **P. Régnard**, présentée par M. Cahours.

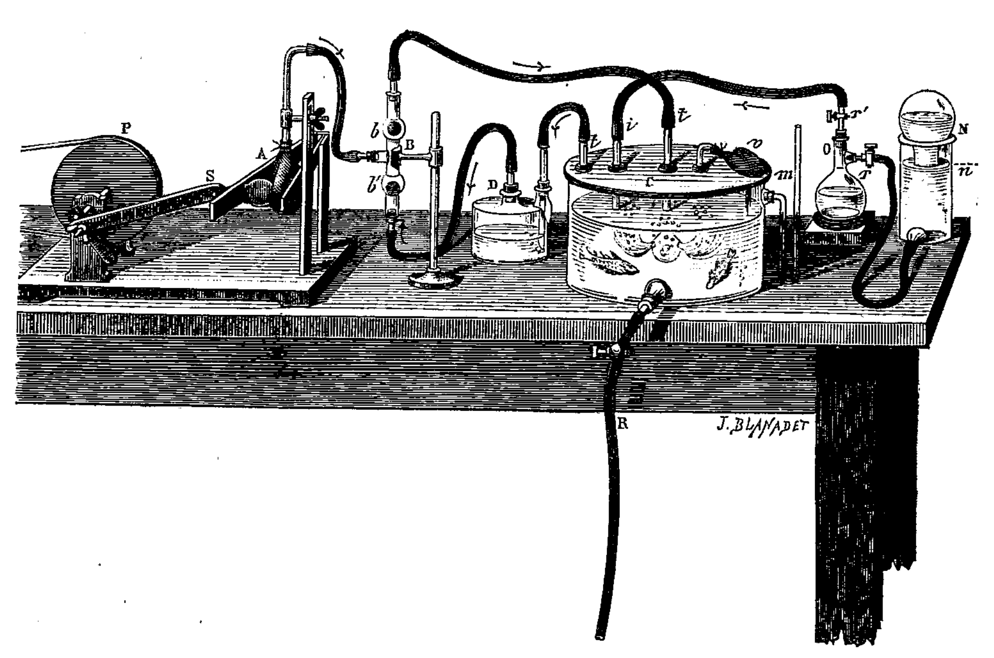
« Jusqu'à ce jour les expériences sur la respiration des animaux aquatiques et en particulier des poissons ont été faites dans des conditions défectueuses. Aussi bien dans les expériences récentes de M. Gréhant que dans les recherches plus anciennes de Humboldt et Provençal, les animaux demeuraient dans un milieu confiné dont ils altéraient graduellement la composition, milieu qui bientôt même devenait pour eux asphyxique. Il fallait donc imaginer un procédé qui réalisât pour les animaux aquatiques les conditions obtenues par la méthode expérimentale de MM. Regnault et Reiset pour les animaux aériens, c'est-à-dire qui maintînt le milieu toujours normal, quelle que fût d'ailleurs la durée de l'expérience. C'est ce que nous croyons avoir réalisé par le procédé que nous avons l'honneur de soumettre à l'Académie.

» Que fait-on lorsque, dans un aquarium dont on ne peut renouveler l'eau, on désire conserver des poissons ? On fait simplement passer dans cette eau un courant d'air qui a un double résultat : 1° il rend au liquide l'oxygène à mesure que celui-ci est dépensé par l'animal ; 2° il entraîne l'acide carbonique dissous. Le problème à réaliser était donc celui-ci : dans un espace limité, de capacité connue, et parfaitement clos, contenant des quantités d'eau et d'air déterminées, faire circuler et barboter l'air dans l'eau et maintenir constante la composition de ces milieux en absorbant l'acide carbonique à mesure qu'il est exhalé, et en remplaçant l'oxygène à mesure qu'il est consommé, de façon à y faire vivre des animaux pendant un temps donné.

» Notre appareil est ainsi disposé : les animaux sont placés dans un récipient (C) contenant un volume connu d'eau aérée que surnage une

couche d'air. Le récipient est rodé et fermé par une plaque de verre soigneusement lutée. Cette plaque porte quatre ajutages.

» Le barbotage de l'air dans l'eau est produit par une poire de caoutchouc à parois épaisses (A) communiquant par l'intermédiaire d'un système de soupapes à boules (B), au moyen de tubes de caoutchouc avec les ajutages *t* et *t'* de la plaque. L'ajutage (*t'*) est terminé en pomme d'arrosoir et plongé dans l'eau, l'ajutage (*t*) aboutit dans l'air qui est au-dessus de l'eau. La poire est maintenue entre les branches articulées de l'appareil (SP) mis en mouvement par le moteur hydraulique de Bourdon, et destiné à com-



primer la poire 30 à 40 fois par minute. Supposons l'appareil en place et la poire comprimée. L'air est chassé dans l'appareil (B); la boule *b* se soulève, tandis que la boule *b'* s'applique sur l'orifice qu'elle obture; l'air est donc poussé dans le tube (*t*) et vient s'échapper en gerbes au milieu de l'eau et éclater en bulles à sa surface. Il exercerait dans l'appareil une augmentation de pression si un petit sac (*v*) à parois accolées l'une à l'autre ne venait recevoir cet excès d'air. La poire revient sur elle-même, un jeu inverse des soupapes a lieu, et l'air aspiré revient du récipient à la poire par le tube (*t'*) après avoir barboté dans une dissolution de potasse caustique et s'être dépouillé de son acide carbonique. Le mouvement recommence et ainsi se produit une véritable circulation de l'air qui sature l'eau d'oxygène et la

dépouille de son acide carbonique. Mais, l'expérience se prolongeant, il y a consommation graduelle de l'oxygène de l'eau par les animaux, dissolution de l'oxygène de l'air, et par suite tendance à une diminution de pression dans l'appareil. Or de l'oxygène pur contenu dans une carafe jaugée (O) en communication par son orifice (r') avec l'ajutage (i) du récipient vient combler à mesure le vide, tandis que l'oxygène lui-même est remplacé dans la carafe par une quantité égale d'une dissolution de chlorure de calcium contenu dans l'appareil à niveau (N). Ainsi se trouvent maintenues pendant toute la durée de l'expérience la tension et les compositions gazeuses de l'appareil.

» Veut-on faire une expérience, on place dans le conducteur (D) de l'acide carbonique 500 centimètres cubes d'une dissolution de potasse titrée; dans le réservoir (O), 500 centimètres cubes d'oxygène pur à zéro; dans le récipient, 7 litres d'eau de Seine aérée, dont on a déterminé la composition gazeuse. Alors on introduit dans l'eau du récipient les animaux de poids et de volume connus; on ferme hermétiquement, et l'on établit les communications respectives des ajutages de la plaque-couvercle. On note la pression barométrique et la température de l'appareil qui forme alors une cavité close, de capacité déterminée, et le moteur est mis en mouvement.

» L'expérience dure un ou plusieurs jours, et, en général, on l'arrête lorsque les animaux ont consommé les 500 centimètres cubes d'oxygène du réservoir. L'opération terminée, on note de nouveau la pression et la température, et l'on analyse l'air et l'eau de l'appareil. On connaît en outre la quantité d'oxygène pur qui a passé du réservoir dans l'appareil. L'analyse du liquide potassique contenu dans le flacon D fait connaître la quantité d'acide carbonique absorbé. On connaît donc ainsi très-exactement les quantités d'oxygène, d'azote et d'acide carbonique que contenait l'appareil au début et à la fin de l'expérience, et par suite on possède tous les éléments nécessaires pour déterminer rigoureusement : 1° la quantité d'oxygène consomméepar l'animal; 2° la quantité d'acide carbonique exhalée.

» Dans des Communications ultérieures nous ferons connaître à l'Académie les résultats de nos expériences déjà nombreuses sur la respiration des animaux qui vivent dans nos fleuves et dans la mer. »

MINÉRALOGIE. — *Sur le système cristallin de plusieurs substances présentant des anomalies optiques.* Note de M. **Er. Mallard**, présentée par M. Daubrée.

« L'illustre Biot avait proposé, pour expliquer certaines anomalies optiques constatées dans un grand nombre de substances cristallines, l'hypothèse de la polarisation lamellaire. Cette hypothèse, reconnue insuffisante, n'a encore été remplacée par aucune autre. J'ai entrepris sur ce sujet une série de recherches; bien qu'elles ne soient point encore terminées, elles m'ont offert, dès maintenant, des résultats qui me paraissent aussi intéressants en eux-mêmes que par les conséquences qu'on en peut déduire. Je demande la permission de les soumettre à l'Académie. Je ne puis d'ailleurs que les mentionner succinctement ici, renvoyant pour le détail des observations au Mémoire qui doit paraître dans les *Annales des Mines*.

» I. *Substances pseudocubiques.* — *Amphigène.* — J'ai constaté, par des observations goniométriques précises, que l'amphigène, à laquelle M. vom Rath avait assigné, il y a quelques années, la forme quadratique, ne possède pas un degré de symétrie plus élevé que celui du prisme rhomboïdal droit. La rapport des axes a, b, c est 1,0369 : 1,0245 : 1. Certains phénomènes optiques paraissent même conduire nettement à la symétrie clinorhombique. Un individu cristallin est formé par la réunion d'un très-grand nombre de petits cristaux rhombiques accolés ou superposés. Dans tous ces cristaux, l'axe c a la même direction; mais les uns ont leurs axes horizontaux parallèles, tandis que les autres ont ces mêmes axes respectivement perpendiculaires à ceux des premiers.

» *Analcime.* — Le réseau cristallin est ici quadratique, la longueur de l'axe vertical étant très-voisine de celle des axes horizontaux, égaux ou presque égaux entre eux. Un individu cristallin est formé de six cristaux; chacun d'eux est une pyramide dont le sommet est au centre, et la base est une des faces du cube; l'axe de la pyramide est l'axe quadratique du cristal. Ces cristaux se pénètrent le long des surfaces de séparation, d'une manière plus ou moins irrégulière. L'analcime, sur le genre de symétrie de laquelle on n'avait élevé jusqu'ici aucun doute, se trouve ainsi très-rapprochée, au point de vue de la cristallisation comme au point de vue de la composition, de la christianite.

» *Boracite.* — Cette substance, dont les cristaux si nets sont restés jusqu'à présent comme un des types de la cristallisation cubique hémièdre, présente le plus curieux des assemblages. Un individu cristallin est composé de douze cristaux orthorhombiques. Chacun d'eux forme une pyramide dont le

centre du cristal est le sommet et dont l'une des faces du dodécaèdre rhomboïdal est la base. L'énergie de la double réfraction est considérable, et les plaques minces présentent de très-vives couleurs dont la distribution ne laisse aucun doute sur l'exactitude des conclusions. Les plans de séparation des divers cristaux pyramidaux sont d'une grande netteté; mais chaque cristal présente toujours quelques lamelles dont les axes sont orientés comme ceux des cristaux voisins. Chaque cristal a les axes optiques, ouverts d'environ 90°,8 dans un plan passant par le centre et la grande diagonale du rhombe. Chacun des axes optiques se trouve ainsi sensiblement perpendiculaire à une face du cube.

» *Senarmontite.* — Cette substance présente exactement le même genre d'assemblage que celui de la boracite. Ce résultat est particulièrement intéressant, parce que l'autre forme de l'antimoine oxydé, la *valentinite*, cristallise sous la forme de prismes orthorhombiques que l'on peut considérer comme ayant pour base un rhombe de 70° 32', identique avec celui du dodécaèdre rhomboïdal. La valentinite et la senarmontite ne sont donc que des modes d'assemblage différents d'un seul et même réseau cristallin. C'est un exemple très-net du genre de phénomène auquel j'attribue, d'une manière générale, le dimorphisme.

» Outre celles que je viens de citer, il existe encore plusieurs substances considérées comme cubiques et dont les cristaux sont formés par des assemblages de réseaux cristallins à symétrie moins élevée que celle du cube.

» II. *Substances pseudoquadratiques.* — *Apophyllite.* — Le mode d'assemblage qui constitue les cristaux de cette substance, célèbre par l'étrangeté des phénomènes optiques qu'elle montre, diffère d'une localité à l'autre, mais en restant conforme à un type commun. Je me contenterai de prendre un exemple dans la constitution des cristaux de Zacatecas (Mexique). Ils se présentent sous la forme de prismes carrés à angles arrondis. Chaque individu cristallin peut être considéré comme formé par quatre prismes orthorhombiques presque carrés, ayant les axes verticaux parallèles.

« Ces quatre prismes ont pour bases les quatre carrés A, B, C, D, découpés dans la base du cristal par les deux axes de symétrie parallèles aux côtés. Deux prismes, tels que A et D, diagonalement opposés, ont les axes horizontaux parallèles, mais deux prismes adjacents A et B ont ces mêmes axes perpendiculaires entre eux. De plus, les réseaux cristallins de ces quatre prismes empiètent fortement les uns sur les autres, et se mélangent en quelque sorte dans des zones assez larges, limitées par des plans parallèles

aux faces verticales du cristal. Il en résulte qu'une lame de clivage, normale à l'axe vertical, montre le carré de la base traversé par deux larges bandes médianes, perpendiculaires entre elles. Ces bandes, où se mélangent des cristaux dont les axes horizontaux sont croisés à angle droit, présentent les phénomènes des cristaux uniaxes. Il reste en dehors de ces bandes, aux quatre angles de la base, de petits carrés où les réseaux des prismes constituants ne se sont pas mélangés. On voit dans ces plages des lemniscates très-nettes dont les axes, vus dans l'air, s'ouvrent de 30 degrés environ dans des plans verticaux passant par les diagonales de la base.

» Je ne puis montrer ici comment les bizarres phénomènes optiques de l'apophyllite, signalés pour la première fois par Brewster, étudiés ensuite par Biot, mais jamais expliqués d'une façon satisfaisante, se déduisent très-simplement des données précédentes. La plupart de ces phénomènes sont, d'ailleurs, de l'ordre de ceux que présentent les lames formées par la superposition de lamelles cristallines à axes croisés. Ces phénomènes sont encore imparfaitement connus; la connaissance en est cependant de la plus haute importance. Je m'occupe de poursuivre les recherches de Norremberg et de Reusch sur ce sujet, et j'espère être à même de publier bientôt les résultats de mon travail.

» Je me contenterai, en terminant, d'ajouter que l'*idocrase* et la *phosgénite*, ainsi qu'un très-grand nombre de substances supposées quadratiques, présentent le même type d'édifice cristallin que celui de l'apophyllite. Beaucoup de cristaux considérés comme hexagonaux ne sont aussi que des assemblages de cristaux orthorhombiques de 120 degrés.

» Les observations que je viens de rapporter, et qui ne sont qu'une partie de celles que je publierai dans mon Mémoire, me paraissent conduire naturellement à des considérations générales d'un certain intérêt. Je demande à l'Académie la permission d'en faire l'objet d'une seconde Communication. »

PALÉONTOLOGIE. — *Les Éléphants du mont Dol. Dentition du Mammouth. Distinction des molaires inférieures et supérieures, droites et gauches* (1). Note de M. **Sirodot**.

« Six dents mâchelières apparaissent successivement sur chacune des moitiés des mâchoires inférieure et supérieure; le nombre total de ces

(1) Voir les *Comptes rendus* du 27 mars, des 10 et 17 avril.

dents est donc de 24. Elles offrent des différences considérables, suivant leur numéro d'ordre; tandis que la première n'est guère plus grosse qu'une forte molaire humaine, la sixième supérieure, la plus volumineuse, atteint et dépasse le poids de 5 kilogrammes; le nombre des collines, soumis à des variations déterminées, permet de fixer le numéro d'ordre.

» Il convient, au préalable, d'élucider une question. Existe-t-il, chez les Éléphants, des *dents de lait* superposées à des *dents de remplacement?* Falconer n'a rencontré qu'une seule pièce, appartenant à un type différent de celui qui m'occupe, sur laquelle deux dents se trouvaient superposées. Ce fait était sans doute anormal, puisque l'examen comparé de mâchoires d'Éléphants de l'Inde, à différents âges, a conduit le savant anglais à conclure que, sur une moitié de mâchoire, six bulbes, plus ou moins espacés, sont situés à la suite les uns des autres dans la rainure dentaire.

» Mes observations confirment l'opinion de Falconer. Dans la collection, plusieurs secondes molaires sont encore implantées dans le fragment correspondant du maxillaire; or, sur ces pièces concluantes, il n'existe pas de traces d'une dent de remplacement, alors même que la dent primitive est déjà fortement usée. Je veux démontrer que la marche progressive de l'ossification et de l'usure est incompatible avec l'hypothèse de dents de remplacement. Je crois avoir prouvé que l'ossification et l'usure sont des phénomènes qui s'accomplissent parallèlement et simultanément jusqu'au moment où l'usure a réduit la dent à sa dernière racine; mais alors la plus grande partie de la surface de trituration porte sur une autre dent qui occupera le premier rang dans la mâchoire, quand cette dernière racine sera tombée; et, comme cette racine offre sur sa face postérieure, au niveau du collet, une facette d'usure résultant d'un frottement contre une autre dent, cette autre dent est nécessairement en arrière de la dernière racine dont elle hâte la chute. 15 secondes molaires, ainsi réduites à l'état de chicot, représentent la dernière racine; 25 de troisièmes donnent la preuve que la troisième molaire est située en arrière de la seconde, la quatrième en arrière de la troisième; par conséquent, l'hypothèse de dents de remplacement chez le Mammouth est inadmissible.

» Pourquoi la troisième, la quatrième et même la cinquième molaire paraissent-elles occuper la même position dans le maxillaire, quand elles sont appelées à prendre le premier rang? En premier lieu, on se ferait illusion sur la position réelle de la dent, si l'on ne tenait pas compte de l'accroissement en volume du maxillaire; en second lieu, la constitution de la couronne avant celle des racines qui fixeront la dent dans le

maxillaire permet la progression en avant de la couronne, surtout au moment de l'éruption; aux molaires inférieures, l'inflexion en arrière des racines, inflexion d'autant plus accusée que la dent est d'un ordre plus élevé, concorde parfaitement avec cette manière de voir.

» *Détermination du numéro d'ordre d'une molaire.* — Le numéro d'ordre d'une molaire peut être fixé par l'examen comparé de son volume et de sa forme, mais surtout par le nombre des collines. Ce dernier mode de détermination est le seul qui puisse être ici mentionné : le nombre des collines est de 4 aux premières molaires, 9 ou 10 aux secondes, 13 ou 14 aux troisièmes, 15 ou 16 aux quatrièmes, 18 ou 19 aux cinquièmes, 22 ou 23 au moins aux sixièmes. Si l'on remarque qu'entre une troisième et une quatrième molaire la différence du nombre des collines peut être réduite à l'unité, on comprendra l'erreur commise par Falconer, lorsqu'il attribue le même nombre de collines aux troisième et quatrième molaires.

» Plusieurs des nombres précédents diffèrent sensiblement de ceux admis par de Blainville et présentent un écart considérable avec ceux proposés par Falconer. Je me bornerai à faire remarquer que les divergences tiennent plus particulièrement à ce que mes devanciers n'ont pas eu à leur disposition des pièces qui leur auraient permis de faire une étude circonstanciée du groupe des trois premières collines, de remarquer qu'une partie de la face antérieure appartient à la formation des racines, l'origine de la première colline se trouvant sur la moitié supérieure de cette face, enfin de constater que deux collines ont disparu avant que l'usure arrive à la base de la face antérieure.

» Les comparaisons que j'ai faites entre le nombre des collines des molaires du Mammouth et celui des pièces correspondantes chez l'*Elephas indicus* me font conclure l'identité de composition du système dentaire dans ces deux types. Cette conclusion avait été formulée par Falconer.

» *Distinction des molaires inférieures et supérieures.* — Quel que soit le degré d'ossification et d'usure, la distinction des molaires inférieures et supérieures n'offre pas de difficultés sérieuses. Les formes des dents à chacune des deux mâchoires sont assurément caractéristiques, mais il faudrait les décrire, elles ne se prêtent pas à un exposé sommaire.

» Suivant Camper, la surface de trituration serait concave aux molaires inférieures, convexe aux supérieures : ce caractère est souvent en défaut ; mais, comme le fait remarquer Falconer, le bord supérieur de la couronne, avant d'être atteint par l'usure, est toujours concave aux molaires inférieures et convexe aux supérieures. A ces caractères différentiels j'en ajouterai d'autres : aux molaires inférieures les racines sont toutes infléchies

en arrière, les moyennes disposées par paires; la face antérieure de la couronne est convexe surtout à compter des troisièmes molaires; sur les trois premiers quarts de la dent, la ligne qui délimite le collet est fortement concave. Aux molaires supérieures, les racines sont droites ou divergentes, toujours dans le prolongement des collines, les moyennes alternes sur les faces latérales; la face antérieure est droite avec une légère protubérance à l'origine de la première colline et une dépression au-dessus de cette origine; la ligne qui délimite le collet est très-sensiblement droite sur presque toute la longueur de la dent.

» *Distinction des molaires de droite et de gauche.* — Pour distinguer les molaires de droite et de gauche, Falconer fait emploi de caractères dont l'application m'a paru fort délicate. Pour les molaires inférieures la face externe serait concave, l'interne convexe, et c'est la disposition inverse qui se présenterait aux molaires supérieures; or, dans toute une série de pièces de la collection, les faces latérales sont très-sensiblement planes et parallèles. Falconer ajoute que la surface d'usure est inclinée sur les faces latérales, qu'aux molaires inférieures c'est la face externe qui est la plus haute, qu'aux molaires supérieures c'est l'inverse : cette disposition est souvent très-évidente, mais souvent aussi elle est insaisissable.

» Le procédé de différenciation donné par Falconer est donc insuffisant; je le compléterai par deux nouvelles observations : à partir de la troisième molaire, le groupe des trois premières collines est inégalement développé sur les deux faces latérales, il est très-sensiblement plus épais sur la face externe; d'un autre côté, la dernière colline n'est très-fréquemment qu'une demi-colline et alors placée du côté interne. La face postérieure est parfois arrondie et ne saurait donner d'indication; mais, le plus souvent, elle offre une protubérance, plus ou moins marquée, au-dessus du collet, sur l'un des côtés, et ce côté est l'interne.

» La collection renferme plus de 400 échantillons classés portant tous, avec le numéro d'ordre de la dent, l'indication de sa position aux mâchoires inférieure ou supérieure, à droite ou à gauche. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur la cavité cranienne et la position du trou optique du* Steneosaurus Heberti. Note de M. **Morel de Glasville**, présentée par M. Ch. Robin.

« En 1871, j'ai recueilli, dans les argiles oxfordiennes de Dives (Calvados), une tête de grand Saurien, que je considère comme une espèce nouvelle,

à laquelle j'ai donné le nom de *Steneosaurus Heberti*. En dégageant ce fossile de sa gangue, j'ai pu constater des particularités anatomiques qui modifient les notions admises sur l'ostéologie de ces Sauriens.

» La tête du *Steneosaurus Heberti*, longue de $1^m,33$, large de $0^m,42$, n'offre pas d'ouverture à la partie postérieure du frontal. Les pariétaux, longs de $0^m,22$, soudés entre eux dans toute leur longueur et en avant avec la partie postérieure du frontal, ne forment plus qu'un os impair. A la partie postérieure des pariétaux la cavité cranienne s'avance, sous la forme d'un tube effilé, ayant la grosseur d'un tuyau de plume, et pénètre entre les pariétaux jusqu'à une profondeur de 8 centimètres.

» A la rencontre du sphénoïde, de l'occipital latéral et de l'occipital inférieur, c'est-à-dire à l'endroit où les auteurs placent l'ouverture de la trompe d'Eustache latérale, se présente un trou qui est un orifice commun à deux autres trous. L'un, l'externe, qui se dirige sous le tympanique, est l'orifice de la partie osseuse de la trompe d'Eustache latérale. L'autre, l'interne, qui en est séparé par une cloison ou pilier osseux et se dirige vers la base de la cavité cranienne, est le trou optique. Il est placé à environ 25 centimètres de l'œil, distance considérable. La direction de ces deux canaux est très-divergente.

» Les nerfs et les vaisseaux de l'œil cheminaient sous une saillie des pariétaux, en forme de toit, soutenue par une cloison osseuse verticale et médiane qui va rejoindre le sphénoïde et le ptérygoïdien. Les occipitaux latéraux et l'occipital inférieur paraissent donc former la base du crâne de ce Saurien.

» De ces faits il résulte que, ni le sphénoïde, ni le ptérygoïdien, ni la plus grande partie des pariétaux, ni le frontal principal, chez les *Sténéosaures*, n'ont de rapports avec le cerveau, contrairement à ce qui existe chez les Crocodiliens et les Chéloniens actuels, desquels on rapproche à juste titre les *Téléosaures* proprement dits.

» On a donc eu tort de généraliser la structure osseuse du crâne des *Téléosaures*, et de l'appliquer aux *Sténéosaures*, qui se différencient par des dispositions ostéologiques fondamentales, ainsi que nous venons de le voir.

» Je suis même porté à croire que tous les Sauriens à fosses temporales très-allongées, par exemple les Métriorhynques, sont dans le même cas. »

CHIRURGIE. — *Sur un nouveau thermo-cautère.* Note de M. **C.-A. Paquelin**, présentée par M. Gosselin.

« Cet instrument chirurgical, construit dans les ateliers de M. Collin, trouve une application dans toutes les opérations qui se font avec l'aide du feu. Il a le même emploi que le cautère galvano-thermique, et emprunte sa chaleur à la combustion de certains hydrocarbures volatils.

» Sa construction repose sur la propriété qu'a le platine (ou tout autre métal de même ordre), une fois porté à un certain degré de chaleur, de devenir immédiatement incandescent au contact d'un mélange gazeux d'air et de certaines vapeurs hydrocarbonées, et de maintenir cette incandescence durant tout le temps du contact avec ce mélange.

» Cet instrument, qui peut affecter toutes les formes utiles en Chirurgie, telles que celles d'un couteau, d'un fer de lance, d'une flèche, d'un champignon à cautérisation utérine, d'une pointe à ignipuncture, etc., etc., entre instantanément en incandescence. Il fournit, avec une provision de 200 grammes de liquide, un minimum de cinq heures de travail.

» L'opérateur lui fait parcourir à son gré toute la gamme des températures, depuis le rouge sombre jusqu'au rouge blanc, et le maintient, aussi longtemps que l'opération l'exige, à tel degré de chaleur qu'il désire. On peut immédiatement en modérer ou en accélérer l'action, l'éteindre ou le rallumer.

» Le thermo-cautère traverse les tissus et les liquides organiques, même l'eau froide, sans perdre sensiblement de son activité.

» Vient-il à tomber au-dessous du degré de chaleur nécessaire, il se ravive à l'instant à sa propre chaleur, sans qu'il soit besoin d'interrompre l'opération. Les liquides qui l'alimentent se trouvent partout. Il est d'un maniement facile, inusable et à l'abri de tout dérangement. Son emploi, même toutes précautions mises de côté, ne peut occasionner aucun accident. Il ne présente, ses accessoires compris, qu'un très-petit volume.

» Le thermo-cautère a déjà été employé dans un grand nombre d'opérations, notamment pour l'ablation d'une tumeur fibroplastique, pesant de 10 à 12 livres. »

« M. **Daubrée** présente à l'Académie, de la part de M. le professeur *Colladon,* l'éminent ingénieur qui a tant de part dans la bonne installation des appareils mécaniques du tunnel du Saint-Gothard et dans la rapidité remarquable des travaux du percement, cinq photographies représentant

des sections de la terrasse lacustre d'alluvion sur une partie de laquelle a été bâtie la ville de Genève.

» La vue de cette terrasse fait immédiatement reconnaître deux dispositions bien différentes, dans les dépôts de gravier et de sable superposés qui la constituent. A la partie inférieure, le gravier est en couches obliques, inclinées à l'horizon sous des angles de 32 à 35 degrés, qui se terminent brusquement, vers leur partie supérieure, à un même niveau. Ces couches obliques sont recouvertes par un autre dépôt de gravier en nappes horizontales.

» Les dépôts à couches obliques ne sont autres qu'un ancien delta, qui était sans doute celui de la rivière d'Arve.

» D'après les faits exposés par M. Colladon, à cette époque, le niveau du lac correspondait au plan horizontal qui coupe les couches inclinées à leur partie supérieure; ce plan est élevé de 28 à 29 mètres au-dessus du niveau moyen du lac : telle est donc la quantité dont le niveau a varié depuis l'époque dont il s'agit.

» En faisant cette communication, M. Colladon ne manque pas de signaler les observations qui ont été faites sur un sujet analogue, notamment celles de M. l'ingénieur en chef Dausse et celles de feu M. le professeur Morlot. »

M. A. **Pellerin** adresse une Note sur les machines dynamo-électriques.

M. **Halter** adresse une Note sur un procédé de direction des aérostats.

M. **Piarron de Mondésir** demande et obtient l'autorisation de retirer du Secrétariat un Mémoire sur la résolution de l'équation générale du degré *m*.

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. J. B.

DATES.	BAROMÈTRE A MIDI réduit à zéro. (1)	THERMOMÈTRES du jardin. Minima. (2)	Maxima. (3)	Moyenne. (4)	Moyenne vraie. (5)	Écart de la normale. (6)	THERMOMÈTRE ÉLECTRIQUE à 20 mètres. (7)	ACTINOMÈTRE. (8)	THERMOMÈTRES du sol. Surface. (9)	à 0m,20. (10)	à 1m,00. (11)	TENSION DE LA VAPEUR. (12)	ÉTAT HYGROMÉTRIQUE. (13)	UDOMÈTRE (à 1m,80). (14)	ÉVAPOROMÈTRE. (15)	ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. (16)	OZONE en milligrammes par 100 mètres cubes d'air. (17)
	mm	o	o	o	o	o	o		o	o	o	mm		mm	mm		mg
1	746,9	7,7	17,2	12,5	11,4	2,8	10,8	34,8	11,7	9,2	7,3	6,5	66	″	4,6	″	1,0
2	52,9	4,6	14,9	9,8	8,4	-0,4	8,4	12,9	7,9	9,1	7,6	7,7	93	2,7	1,6	″	0,6
3	60,1	6,6	16,7	11,7	10,6	1,6	10,4	30,5	10,2	9,1	7,8	6,9	75	″	3,5	″	0,4
4	66,6	5,1	17,2	11,2	10,8	1,7	10,8	49,2	9,3	9,6	7,9	5,7	61	″	5,2	″	0,8
5	66,[illegible]	3,9	19,1	11,5	11,7	2,5	12,1	51,9	11,4	10,0	8,1	5,0	50	″	6,2	″	0,6
6	61,9	6,5	20,3	13,4	13,8	4,5	13,7	48,3	13,6	10,6	8,3	6,9	62	″	6,3	″	″
7	61,1	8,3	20,2	14,3	13,8	4,4	14,0	51,4	13,2	11,5	8,5	6,4	55	″	4,6	″	0,8
8	56,8	7,2	23,3	15,3	15,0	5,5	15,3	60,3	15,1	12,1	8,8	6,1	52	″	4,7	″	1,3
9	57,4	6,3	18,1	12,2	12,4	2,8	11,3	27,7	11,6	12,1	9,1	7,6	72	″	3,3	″	1,6
10	48,8	7,5	19,2	13,4	12,6	3,0	11,8	43,1	13,4	11,9	9,4	7,3	72	0,7	4,7	″	1,6
11	50,6	3,3	12,7	8,0	6,7	-3,0	6,3	44,5	4,8	11,2	9,6	4,1	58	0,7	3,7	″	2,0
12	52,7	-1,4	10,3	4,5	2,7	-7,0	3,4	45,5	1,7	9,4	9,7	4,1	74	0,2	3,0	″	0,9
13	50,7	-2,1	11,1	4,5	2,9	-6,9	2,6	32,2	(3,5)	8,1	9,6	4,3	79	7,2	(3,5)	″	1,5
14	47,7	-2,2	7,0	2,4	2,7	-7,2	1,6	29,7	3,0	6,9	9,4	4,6	83	0,3	(1,0)	″	1,0
15	55,4	-0,1	14,9	7,4	8,5	-1,5	8,6	56,5	8,5	7,1	9,1	4,0	51	″	8,3	545	0,6
16	52,0	3,1	7,1	5,1	5,7	-4,4	5,4	13,7	5,5	7,4	8,9	5,2	75	″	3,3	645	0,6
17	46,7	5,1	9,8	7,5	6,8	-3,4	6,5	10,2	6,7	7,6	8,7	6,4	87	0,0	0,9	80	0,5
18	38,1	4,6	13,3	9,0	8,9	-1,4	8,8	29,9	8,9	8,1	8,6	7,4	87	4,5	1,7	30	1,3
19	34,2	7,8	14,6	11,2	9,5	-1,0	9,7	23,2	9,0	8,6	8,6	7,3	83	3,7	3,5	-976	1,5
20	43,6	7,9	18,0	13,0	11,7	1,1	11,7	45,3	12,3	9,4	8,7	7,1	70	0,1	3,7	-3	1,6
21	48,7	4,8	18,6	11,7	10,9	0,1	12,0	53,1	10,6	10,2	8,8	6,5	68	″	3,0	268	1,1
22	52,4	5,3	19,4	12,4	11,6	0,7	11,3	55,7	11,3	10,4	9,0	6,8	69	″	4,3	380	0,8
23	56,3	3,9	16,1	10,0	10,5	-0,6	11,6	61,0	10,1	11,3	9,2	6,1	67	″	2,9	685	0,4
24	57,3	3,8	19,5	11,7	12,7	1,5	13,6	61,0	11,7	11,8	9,5	6,2	61	″	3,7	443	0,6
25	61,3	6,6	19,1	12,9	12,6	1,3	12,4	37,9	13,8	12,4	9,7	7,1	67	″	3,5	290	1,5
26	60,6	8,4	18,4	13,4	12,4	1,0	11,8	45,6	13,5	12,6	10,0	6,5	64	0,1	3,7	695	1,5
27	56,0	8,3	16,4	12,4	12,4	0,9	12,1	27,1	12,0	12,6	10,2	7,6	71	0,2	2,0	200	1,0
28	46,2	9,5	18,3	13,9	11,1	-0,6	10,8	30,9	10,6	12,3	″	6,9	71	0,2	2,6	67	1,7
29	45,6	3,4	17,0	10,2	10,9	-1,0	10,8	52,6	10,8	11,9	″	6,5	69	0,2	3,1	268	1,2
30	46,5	6,9	15,3	11,1	9,7	-2,4	9,6	25,2	10,0	12,2	″	7,7	88	3,5	1,1	4	1,5

(6) La température normale est déduite de la courbe rectifiée des températures moyennes de soixante années d'observations.
(8) Moyennes des cinq observations. — Les degrés actinométriques sont ramenés à la constante solaire 100.
(5) (7) (9) (10) (11) (12) (13) (16) Moyennes des observations sexhoraires.
(17) L'ozone est exprimé en milligrammes par 100 mètres cubes d'air. Dans le tableau de Mars, il a été rapporté par erreur à 1000 mètres cubes : les nombres doivent être divisés par 10.

DATES.	MAGNÉTISME TERRESTRE (moyennes diurnes). Déclinaison. (18)	Inclinaison. (19)	Intensité horizontale. (20)	Intensité totale. (21)	VENTS à 20 mètres. Direction moyenne. (22)	Vitesse moyenne en kilomètres à l'heure. (23)	Pression moyenne en kilogrammes par mètre carré. (24)	DIRECTION DES NUAGES. (25)	NÉBULOSITÉ (0 à 10). (26)	REMARQUES.
						km	kg			
1	17°18',6	65°35',4	1,9323	4,6563	NNW	14,5	1,99	SSE	8	»
2	18,7	35,2	9327	6567	N ¼ NW	11,6	1,27	E ¼ SE	6	Rosée matin et soir; pluie le jour.
3	19,6	35,7	9326	6579	N ¼ NW	14,2	1,90	ESE	6	Rosée le soir.
4	19,5	34,9	9326	6555	N ¼ NE	16,2	2,47	N	2	Très-beau l'après-midi et le soir.
5	19,3	34,3	9326	6538	NNE	16,2	2,45	ENE k	1	Assez beau temps.
6	18,9	34,7	9322	6541	NNE	19,6	3,61	E k	1	Beau voilé.
7	* 19,0	34,4	* 9325	6537	E	18,3	3,16	ESE	1	Faible rosée le matin. Beau temps.
8	* 19,2	* 33,6	* 9330	6528	SE à W	9,1	0,78	″	0	Très-beau temps.
9	18,5	34,4	9329	6548	SW	(19,7)	(3,66)	WSW	8	Bonne brise assez soutenue.
10	18,9	34,2	9329	6544	SW ¼ S	(32,7)	(10,08)	SW k	9	Pluvieux le soir et temps de bourrasques.
11	18,5	34,7	9326	6550	W ¼ NW	22,1	4,60	WSW k	4	Quelques faibles bourrasques le matin.
12	18,3	35,5	9329	6582	W	16,5	2,57	SW k	4	Givre. Pluv. vers le milieu du jour. [à 9h s.
13	19,0	36,4	9331	6611	SW	22,0	4,56	SW	8	Givre. Pluie suivie de neige abondante de 6h 30
14	19,5	36,1	9336	6615	SW à E	(11,5)	1,25	SE	7	Givre. Grésil et neige le matin et l'après-midi.
15	19,9	* (35,3)	9333	6583	NE	28,7	7,76	E puis S k	2	Givre le matin.
16	19,2	35,6	9338	6607	N ¼ NE	18,0	3,05	NE	10	Uniformément couvert.
17	20,1	35,9	9333	6603	SSW	(13,4)	(1,69)	SSW	9	» et pluvieux le soir.
18	20,2	36,1	9332	6605	SSW	23,6	5,25	SSW	9	Continuellement pluvieux.
19	19,9	35,0	9338	6589	SSW	41,3	16,07	SSW	9	Temps de bourrasques et pluies.
20	20,0	35,0	9330	6567	SSW	28,1	7,44	SW	9	Quelques faibles bourrasques et pluv. le mat.
21	19,2	35,7	9325	6578	S à W	14,6	2,01	SW	4	Ciel découvert le soir et rosée.
22	19,5	35,2	9325	6564	WSW à NW	(11,4)	(1,22)	SW	2	Rosée matin et soir.
23	19,4	34,5	9333	6560	NNW	(8,4)	(0,66)	″	1	Rosée le matin. Assez beau temps.
24	19,4	35,6	9326	6578	NNW	(8,4)	(0,66)	S k	2	Rosée le matin.
25	18,5	35,2	9326	6566	W ¼ NW	14,5	1,97	SW k	6	»
26	18,7	34,7	9330	6560	W à N	9,7	0,89	WNW k	9	Petites pluies l'après-midi et le soir.
27	18,8	34,5	9333	6562	SSW	9,3	0,81	NW à SW	9	Faible pluie avant le jour.
28	18,4	34,9	9329	6563	S à W	(17,2)	2,79	WSW	6	Petite pluie le matin.
29	18,9	35,1	9333	6578	SSW	20,1	3,81	SSW	7	Rosée le matin.
30	18,2	35,0	9334	6578	S à W	12,4	1,45	SSW	10	Pluies fréquentes. Arcs-en-ciel.

(18 à 21) * Perturbations.
(18, 19) Valeurs déduites des mesures absolues prises sur la fortification.
(20, 21) Valeurs déduites des mesures absolues faites au pavillon magnétique.
(22) (25) Le signe W indique l'ouest, conformément à la décision de la Conférence internationale de Vienne.
(23) Vitesses maxima : le 10, 60 kilomètres; les 11 et 12, de 44 à 45 kilomètres; le 13, 62km,5; le 19, 75 kilomètres; les 18 et 20, de 45 à 50 kilomètres.

Moyennes horaires et moyennes mensuelles (Avril 1876).

	6h M.	9h M.	Midi.	3h S.	6h S.	9h S.	Minuit.	Moyennes.
Déclinaison magnétique .... 17°+	14′,8	16′,0	25′,2	24′,5	20′,7	17′,4	15′,7	17°.19′,1
Inclinaison » .... 65°+	35,5	35,8	34,9	34,8	34,6	35,3	35,4	65.35,1
Force magnétique totale.. .... 4,+	6589	6578	6545	6551	6561	6585	6580	4,6569
Composante horizontale.............. 1,+	9333	9324	9322	9326	9332	9333	9330	1,9329
Électricité de tension (1).................	»	»	»	»	»	»	»	»
Baromètre réduit à 0°........................	mm 752,95	mm 753,16	mm 752,71	mm 752,01	mm 752,05	mm 752,71	mm 752,82	mm 752,63
Pression de l'air sec........................	746,73	746,84	746,36	745,61	746,19	746,45	746,19	746,37
Tension de la vapeur en millimètres..........	6,22	6,32	6,35	6,40	5,86	6,26	6,63	6,26
État hygrométrique..........................	83,8	67,6	56,5	52,0	56,5	71,5	83,2	70,0
Thermomètre du jardin.......................	° 6,66	° 10,32	° 13,51	° 14,36	° 12,22	° 9,37	° 7,71	° 10,03
Thermomètre électrique à 20 mètres..........	6,86	9,86	12,65	13,88	12,50	9,67	7,84	9,96
Degré actinométrique........................	10,65	54,10	67,46	53,42	12,82	»	»	39,69
Thermomètre du sol. Surface.................	6,15	12,54	16,76	15,94	10,54	7,33	6,01	9,87
» à 0m,02 de profondeur...	7,89	9,33	12,76	12,97	11,92	10,36	9,29	10,47
» à 0m,10 » ...	9,09	9,06	10,15	11,39	11,80	11,14	10,37	10,35
» à 0m,20 » ...	9,83	9,57	9,66	9,86	10,72	10,90	10,67	10,22
» à 0m,30 » ...	9,91	9,66	9,64	9,80	10,12	10,35	10,36	10,01
» à 1m,00 » ...	8,83	8,86	8,88	8,90	8,92	8,93	8,94	8,89
Udomètre à 1m,80............................	mm 1,1	mm 0,4	mm 3,7	mm 2,8	mm 6,0	mm 9,4	mm 0,9	mm t. 24,3
Pluie moyenne par heure.....................	0,18	0,13	1,23	0,93	2,00	3,13	0,30	»
Évaporation moyenne par heure (2)...........	0,05	0,09	0,21	0,29	0,29	0,15	0,09	t. 107,2
Vitesse moy. du vent en kilom. par heure (3)..	14,17	14,70	20,19	22,84	21,13	15,84	14,01	17,13
Pression moy. du vent en kilog. par heure (3)...	1,90	2,04	3,84	4,91	4,21	2,36	1,85	2,76

Moyennes horaires.

Heures.	Déclinais.	Pression.	Température. à 2m.	Température. à 20m.	Heures.	Déclinais.	Pression.	Température. à 2m.	Température. à 20m.
1h matin....	17°.16′,7	mm 752,73	° 7,14	° 7,34	1h soir......	17°.26′,3	mm 752,45	° 14,12	° 13,16
2 »	18,0	52,67	6,55	6,84	2 »	25,8	52,21	14,43	13,70
3 »	18,7	52,66	6,06	6,44	3 »	24,5	52,00	14,36	13,88
4 »	18,2	52,70	5,82	6,30	4 »	22,9	51,90	13,96	13,68
5 »	16,7	52,83	6,02	6,36	5 »	21,7	51,91	13,20	13,28
6 »	14,8	52,95	6,66	6,86	6 »	20,7	52,05	12,22	12,50
7 »	13,6	53,07	7,70	7,70	7 »	19,8	52,27	11,16	11,54
8 »	13,9	53,14	8,98	8,68	8 »	18,7	52,50	10,16	10,62
9 »	16,0	53,16	10,32	9,86	9 »	17,4	52,70	9,38	9,66
10 »	19,2	53,09	11,59	10,92	10 »	16,1	52,83	8,75	8,94
11 »	22,7	52,93	12,66	11,84	11 »	15,4	52,85	8,24	8,36
Midi.........	25,2	52,71	13,52	12,64	Minuit.......	15,7	52,81	7,72	7,84

Thermomètres de l'abri (moyennes du mois.)

Des minima.......... 5°,0 Des maxima........ 16°,1 Moyenne............. 10°,6

Thermomètres de la surface du sol.

Des minima.......... 3°,4 Des maxima.. ...... 23°,5 Moyenne............. 13°,5

Températures moyennes diurnes par pentades.

1876. Avril 1 à 5.....	° 10,6	Avril 11 à 15.....	° 4,7	Avril 21 à 25......	° 11,7
» 6 à 10....	13,5	» 16 à 20.....	8,5	» 26 à 30......	11,3

(1) Unité de tension, la millième partie de la tension totale d'un élément Daniell pris égal à 28700.
(2) En centièmes de millimètre et pour le jour moyen. — (3) Les 9, 10, 24 et 28 exceptés.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 MAI 1876.

PRÉSIDENCE DE M. LE VICE-AMIRAL PÂRIS.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le général **Ibañez** (Espagne), président, et MM. **Fœrster** (Allemagne), professeur **Herr** (Autriche-Hongrie), **Stas** (Belgique), **Govi** (Italie), **Wild** (Russie), général baron **de Wrède** (Suède), Dr **Brock** (Norwége), Dr **Hirsch** (Suisse), Membres du Comité international des poids et mesures, prennent place dans l'enceinte réservée.

M. le **Président** de l'Académie prend la parole en ces termes :

« J'ai l'honneur d'informer l'Académie que MM. les Membres du Comité international des poids et mesures assistent à la séance. C'est la première fois que ce Comité se réunit à Paris depuis que les divers États qu'il représente ont donné leur sanction légale à la convention préparée par la Conférence diplomatique du mètre.

» L'intérêt puissant que l'Académie a toujours porté à l'adoption universelle du système métrique, signe sensible de l'union intellectuelle des nations éclairées, fait un devoir à votre Président d'accueillir en votre nom, avec la plus vive sympathie, les Membres éminents du Comité et de leur faire connaître nos vœux, qui sont ceux de la France, pour l'heureux

et prompt accomplissement de l'œuvre de progrès, de civilisation et de paix confiée à leurs grandes lumières et à leur zèle éprouvé. »

M. le général **Ibañez**, Président du Comité, répond à M. le Président :

« Le Comité international des poids et mesures n'a pas besoin de renouveler aujourd'hui les assurances de son profond respect et de sa reconnaissance à l'Académie des Sciences de Paris, dans le sein de laquelle est éclos le système métrique décimal des poids et mesures. En effet, les Membres de ce Comité ont tous siégé, comme délégués des Gouvernements contractants, à la Conférence diplomatique qui, à leur demande, a conféré à votre Président en exercice la présidence des Conférences générales périodiques des poids et mesures, autorité supérieure de toute l'organisation internationale.

» Les souvenirs du passé et le bienveillant accueil que le Comité vient de recevoir lui donnent l'assurance que, dans l'accomplissement de sa tâche, les hautes lumières de l'Académie, sa grande autorité et son appui lui seront toujours assurés. »

CHIMIE MINÉRALE. — *De l'osmium*; par MM. **H. Sainte-Claire Deville** et **H. Debray**.

« L'osmium, tel que nous venons de l'obtenir, est un métal d'un beau bleu, teinté de gris et prenant une couleur violette, lorsque la lumière se refléchit plusieurs fois sur sa surface. Il cristallise en petites trémies très-fines, qui paraissent formées de cubes ou de rhomboèdres voisins du cube. Il est plus dur que le verre qu'il raye avec facilité.

» L'osmium possède la plus grande densité connue. Elle a été calculée avec les éléments suivants :

Poids de la matière dans l'air à 11°,5 et 755 millimètres..	108^{g},048
Perte de poids dans l'eau à 8°,5	4,807
Densité (sans correction)	22,477 (1)

(1) Comme nous avons été amenés à supposer que les densités du platine et de l'iridium, même celles que nous avons publiées récemment (*Comptes rendus*, t. LXXXI, p. 839) peuvent être encore trop faibles, il ne serait pas impossible que l'osmium et l'iridium eussent la même densité.

Il s'est glissé dans ce Mémoire quelques fautes de copie ou d'impression qui ne portent que sur les derniers chiffres de ces densités : mais elles sont pour cela peu importantes et, les

» Pour préparer l'osmium cristallisé, il faut employer de l'acide osmique plusieurs fois distillé et en faire passer la vapeur sur du charbon pur. Pour cela, on décompose de la vapeur de benzine, en la faisant passer au travers d'un tube de porcelaine rouge sur lequel se dépose du charbon cohérent sous la forme d'un cylindre creux. On introduit ensuite la vapeur d'acide osmique entraînée par de l'azote.

» L'acide osmique se réduit en donnant de l'acide carbonique et de l'osmium qui tapisse bientôt l'intérieur du cylindre en charbon et soustrait celui-ci à l'action immédiate de l'acide osmique qui traverse en partie le cylindre de charbon mêlé à de l'acide carbonique. Une partie de cet acide, filtrant entre la couche d'osmium et les parois du tube de porcelaine, se transforme en oxyde de carbone qui, rencontrant plus loin de l'acide osmique, le réduit à l'état métallique. Il se produit ainsi des tubes d'osmium fort semblables aux cadmies d'oxyde de zinc et engendrés comme les tubes d'oxyde de zinc formés par la vapeur de ce métal brûlant au sortir d'un trou pratiqué dans le couvercle d'un creuset.

» Dans ces opérations, on rencontre fréquemment une matière cristallisée en écailles d'un beau rouge de cuivre qui s'est formée manifestement au contact de l'osmium et de l'acide osmique en excès. C'est un sesquioxyde tout à fait inaltérable à l'air et dont l'analyse donne les résultats suivants :

		Calculé.
Osmium................	88,93	Os^2 89,13
Oxygène	11,07	O^3 10,87
	100,00	100,00

» On obtient de l'osmium pulvérulent en faisant passer des vapeurs d'acide osmique dans un tube de porcelaine rougi, en même temps que le mélange d'oxyde de carbone et d'acide carbonique résultant de l'action de l'acide sulfurique sur l'acide oxalique.

» On peut transformer cet osmium amorphe en petits cristaux propres à la détermination de sa densité. Pour cela on le dissout dans trois ou quatre fois son poids d'étain pur, dans un creuset de charbon très-fortement chauffé. En reprenant le culot métallique par de l'acide chlorhydrique bouillant, on dissout tout l'étain.

» L'osmium cristallisé qui reste est chauffé pendant plusieurs heures à une température élevée dans un courant d'acide chlorhydrique gazeux.

bases des calculs étant exactement rapportées, la rectification est facile. Seulement il faut, dans la formule, rétablir à côté du terme D_1 un facteur 0,9988 qui a été omis.

La matière contenue dans une nacelle en charbon de cornue purifiée par le chlore et placée dans un tube de porcelaine en sort à l'état d'une poudre cristalline bleu foncé d'une grande pureté.

» L'osmium nous offre un nouvel exemple d'un corps simple qui, après avoir été obtenu à l'état de poussière ou de mousse sans éclat, se montre avec des formes régulières, des couleurs brillantes et ce qu'on appelle la *beauté* dans ces matières. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Note sur la fermentation, à propos des critiques soulevées par les Drs* Brefeld *et* Traube; par M. L. **Pasteur.**

« L'Académie n'a peut-être pas oublié que, au mois de février 1875 (1), je l'ai entretenue d'une discussion vive, acerbe même et prolongée, qui s'était produite devant la Société chimique de Berlin, au sujet de mes travaux sur les fermentations. Cette discussion eut lieu entre deux physiologistes éminents, le Dr Traube et le Dr O. Brefeld. Tous deux combattaient la rigueur de mes expériences, quoique par des motifs différents; car ils n'étaient pas d'accord entre eux sur l'interprétation des faits, particulièrement sur le point de savoir si la vie, comme je le soutiens, peut s'accomplir en dehors de toute participation du gaz oxygène libre, et s'il est vrai que la fermentation accompagne forcément cette manifestation de la vie sans air.

» Lorsque la discussion parut épuisée entre les deux savants naturalistes prussiens, je communiquai à l'Académie des Sciences un dispositif expérimental qui me paraissait ne laisser aucune place au doute sur la vérité de mes assertions. Je m'efforçai, en outre, de mettre le doigt sur certaines omissions graves dans les expériences de MM. Brefeld et Traube, d'où provenait, suivant moi, l'erreur de leurs conclusions respectives.

» Je suis heureux d'annoncer à l'Académie que je viens de recevoir de M. Brefeld une brochure dans laquelle, après avoir exposé de nouvelles recherches expérimentales, très-soignées, auxquelles il s'est livré depuis ma réponse, il déclare, avec une franchise aussi digne d'éloges qu'elle est rare, que le Dr Traube et lui étaient, en effet, tous deux dans l'erreur. Voici, en ce qui concerne cet important débat, la principale conclusion de la brochure toute récente du Dr Brefeld :

« Ces résultats, dit-il (résultats obtenus avec le *mucor racemosus*), je les ai confirmés

(1) Voir *Comptes rendus*, t. LXXX, p. 452.

par d'autres sur la levûre de bière. Ils concluent en faveur de Pasteur. Il y a développement, comme il le prétend, dans un milieu privé d'oxygène, et c'est le sucre qui intervient (et non la matière albuminoïde, comme le voulait Traube).

» Mes expériences antérieures, faites avec toute la rigueur possible, m'avaient conduit à regarder les assertions de Pasteur comme erronées; mais je m'empresse aujourd'hui de les reconnaître vraies et de proclamer le service qu'il a rendu en étant le premier qui ait éclairé la marche du phénomène de la fermentation. Par les expériences que je viens d'exposer, j'en suis maintenant persuadé. »

» S'efforcer de se convaincre soi-même de la vérité qu'on a entrevue est le premier pas vers le progrès; persuader les autres est le second. Il y en a un troisième, peut-être moins utile, mais fort enviable néanmoins, qui est de convaincre ses adversaires. Aussi ai-je éprouvé une vive satisfaction à la nouvelle que j'avais ramené à ma manière de voir un observateur d'une rare habileté, dans un sujet qui intéresse au plus haut point la physiologie cellulaire. »

PHYSIQUE. — *Note sur les transmissions électriques sans fils conducteurs, à propos des Communications récentes de* MM. Bouchotte *et* Bourbouze; par M. **Th. du Moncel.**

« A l'occasion d'une Note présentée à l'Académie par M. Bourbouze, le 27 mars dernier, sur les communications électriques à distance par les cours d'eau, et d'une nouvelle Note sur le même sujet, présentée par M. Bouchotte à la dernière séance, il m'a paru intéressant de donner quelques renseignements sur les différentes expériences qui ont été entreprises, il y a près de trente ans, sur cette question, et les déductions théoriques qui en ont été la conséquence.

» L'idée des transmissions électriques sans fils conducteurs n'est pas nouvelle, pas plus que celle de faire fonctionner des appareils électriques sous l'influence de courants issus de plaques métalliques enterrées dans le sol et improprement appelés *courants telluriques*. Dès l'origine de l'installation des premières lignes télégraphiques en Angleterre et en Amérique, on fit des essais à ce double point de vue, et l'on obtint des résultats qui étonnèrent d'abord, mais qui furent promptement expliqués. On peut voir dans l'Ouvrage de M. Vail sur le télégraphe électromagnétique américain, publié en 1847, les expériences qui furent entreprises par M. Morse en Amérique, et j'ai rapporté, moi-même, dans les différentes éditions de mon *Traité des applications de l'électricité* (1), celles qui furent faites en Angle-

(1) Voir la deuxième édition de cet ouvrage publiée en 1856, t. I, p. 46-48; t. IV, p. 109; t. V, p. 135, et troisième édition publiée en 1871, t. I, p. 87-399 et suiv.

terre et en Allemagne par MM. Kemp, Reich, Fox, Magrini, Bain, van Rees, Gintl et Lindsay.

» Dans l'origine, on avait pensé que le courant déterminé par deux lames métalliques plongées dans une rivière ou en terre n'était autre qu'une dérivation du grand courant électrique terrestre qui, d'après la théorie d'Ampère, devrait entourer le globe terrestre, du moment où on le considère comme un aimant; de là le nom de *courant tellurique* qui lui fut donné. Mais on ne tarda pas à reconnaître que ce prétendu courant était aussi insaisissable que celui qu'on voudrait recueillir en joignant par un fil deux points différents d'un aimant persistant, et l'on put s'assurer qu'il n'était simplement que le résultat de ce que, sous l'influence d'oxydations d'inégale intensité déterminées sur les deux plaques, l'une d'elles se constituait négativement par rapport à l'autre; de sorte que ces deux plaques formaient, avec l'intermédiaire du liquide ou du sol, les deux électrodes polaires d'un couple voltaïque, dont la résistance intérieure pouvait être considérée comme à peu près nulle, malgré l'éloignement des plaques, puisqu'elle était représentée par celle d'un milieu conducteur indéfini. J'ai longuement étudié ces différents courants dans plusieurs Mémoires présentés à l'Académie en 1861 et 1872, et M. Becquerel les avait étudiés de son côté avec des lames inattaquables. Je ne reviendrai donc pas sur cette question, et je me contenterai de dire que ces effets ont été beaucoup plus étudiés qu'on ne le suppose en général, car on a pu fixer les lois d'accroissement ou de décroissement de l'intensité des courants ainsi déterminés, suivant les dimensions des plaques, laquelle intensité n'est pas proportionnelle à leur surface, mais varie comme *les racines carrées de ces surfaces*.

» Quant aux transmissions sans fils conducteurs, elles ont été généralement faites à l'aide de plaques métalliques de même nature, immergées ou enterrées aux deux postes qui devaient entrer en correspondance. Ces plaques, au nombre de deux pour chaque poste, devaient être un peu éloignées l'une de l'autre dans le sens latéral à chacun de ces postes, et l'on avait remarqué que les appareils étaient *d'autant plus sensibles que cet éloignement était plus grand*. La disposition de l'expérience était d'ailleurs très simple. Le galvanomètre du télégraphe était mis en communication directe avec les deux plaques correspondantes, au poste de réception, et les deux autres plaques étaient reliées, au poste de transmission, d'un côté avec la pile, de l'autre avec le manipulateur qui était lui-même relié d'autre part à la pile. Des communications télégraphiques purent être ainsi transmises

de Gospord à Porstmouth avec un télégraphe à aiguille anglais peu sensible, et à une distance d'environ 3 kilomètres.

» Pour peu qu'on étudie la disposition de ces expériences, on se rend aisément compte des effets électriques qui se trouvent produits dans cette circonstance; car, d'après les recherches de MM. Kirchhoff et Smaasen sur les transmissions électriques à travers les milieux conducteurs indéfinis, on sait que le flux électrique ne se propage pas d'une plaque à l'autre, à travers le liquide ou à travers le sol, dans une seule direction, *mais bien dans tous les sens à la fois* (1), d'où il résulte que, quelle que soit la position des deux plaques reliées avec le récepteur par rapport à celles communiquant au générateur électrique, il existe toujours une portion de courant qui passe de l'une à l'autre et qui se dérive par conséquent plus ou moins facilement à travers le galvanomètre de ce récepteur. On comprend seulement que cette portion de courant ne peut être que très-minime, comparée à celle qui passe par les fils du générateur, et elle l'*est d'autant plus que la distance séparant les deux stations est elle-même plus grande*. Les formules de M. Kirchhoff permettent d'ailleurs de la déterminer, et, si l'on ef-

---

(1) On peut se rendre facilement compte de ce genre de propagation électrique, en plongeant, en différents points d'un bain galvanoplastique traversé par un courant, les deux extrémités des rhéophores d'un galvanomètre. On verra, par exemple, que si ces deux extrémités sont placées entre les deux électrodes, le courant sera dirigé de la cathode à l'anode à travers le liquide, comme il est du reste facile de le comprendre; mais si ces deux extrémités sont plongées derrière la cathode ou derrière l'anode, on constatera la présence d'un courant marchant en sens contraire et semblant se diriger vers les bords du vase extérieur. M. Ménant, dans le journal *la Science*, de 1858, a publié un intéressant article sur ces divers courants, qui ne sont d'ailleurs autres que ceux étudiés mathématiquement et expérimentalement par MM. Kirchhoff et Smaasen. C'est l'étude de ces courants qui a conduit ces savants à conclure que, dans un conducteur de masse indéfinie, la propagation électrique se développe suivant des surfaces sphériques qui passent toutes par les centres des électrodes, en augmentant successivement de diamètre, et qui se développent dans les deux sens de manière à former comme des zones rayonnantes autour des électrodes (supposées *sphériques*), ayant pour limite de développement l'infini, c'est-à-dire la ligne réunissant les centres des électrodes. Dans ces conditions la résistance r du conducteur a pour expression $r = \frac{1}{2k\pi\theta}$, k représentant le coefficient de conductibilité, θ le rayon de l'électrode. Or il est facile de déduire de cette formule, qui devient $r = \frac{1}{k\pi\theta}$ dans le cas où le milieu indéfini est coupé par un plan, que cette résistance est *indépendante de la distance des électrodes*, et est en raison inverse des rayons de celles-ci, ce qui conduit à admettre implicitement que cette résistance est *en raison inverse des racines carrées des surfaces des électrodes*.

fectue le calcul, on reconnaît bien vite qu'au delà d'une certaine distance, qui est peu considérable, les appareils se trouvent dans l'impossibilité complète de fonctionner.

» Avec un intermédiaire liquide entre les deux stations, les effets sont assez simples quand les plaques métalliques sont d'égale surface et bien homogènes; mais, si l'on prend le sol comme intermédiaire, ils sont beaucoup plus complexes, parce qu'une foule de courants accidentels tendent à se produire entre les plaques enterrées à chaque station et les constituent dans des états électriques assez différents pour empêcher les effets analysés précédemment de se produire. Pour faire naître ces courants, il suffit d'une différence d'humidité dans le terrain qui entoure les plaques, ou même d'une différence de température. La composition chimique du terrain exerce encore une influence très-marquée en raison des effets chimiques différents qui sont alors déterminés sur les plaques ou autour d'elles. On comprend donc que, dans ce cas, il est essentiel que ces courants accidentels soient neutralisés avant l'échange des correspondances, et c'est pour cela que M. Bourbouze a dû employer des courants de compensation; mais ces courants de compensation ne sont pas utiles quand on ne met à contribution qu'un intermédiaire entièrement liquide et des plaques de mêmes dimensions et parfaitement homogènes. Si M. Bourbouze n'a pas obtenu de bons résultats en employant ce moyen, et qu'il en a obtenu de meilleurs, en plongeant dans l'eau une de ses plaques et en enterrant l'autre dans le voisinage, à chaque station, c'est qu'il n'avait pas dans le premier cas éloigné suffisamment ces plaques l'une de l'autre, et qu'avec la seconde disposition qu'il a adoptée, il établissait entre les deux plaques, à chaque station, une résistance d'environ 3 kilomètres de fil télégraphique. Il lui eût fallu une résistance de liquide équivalente entre ces mêmes plaques pour obtenir un même effet en employant la Seine comme conducteur intermédiaire.

» Les expériences faites à Portsmouth en 1855 par M. van Rees eurent à cette époque un certain retentissement, et plusieurs savants s'en occupèrent sérieusement. C'est ainsi que M. Gintl exposa vers 1858 les résultats des expériences qu'il avait entreprises en prenant la terre elle-même comme milieu conducteur, et en Angleterre, certains esprits étaient dans un enthousiasme si grand, que M. Lindsay, vers 1860, *déclarait que ce système était celui qui pourrait le mieux résoudre le problème de la liaison télégraphique de l'Amérique à l'Europe*. Cette opinion était basée sur ce que, d'après ses expériences, les transmissions électriques, du genre de celles dont il vient

d'être question, dépendent de trois éléments, qu'il est toujours facile de faire varier : 1° de la force de la batterie employée; 2° de l'étendue de la surface des plaques métalliques établissant les communications des appareils avec le liquide aux deux stations; 3° de *la distance latérale de ces plaques* à chaque station; *d'où il résulte, disait-il, qu'avec deux stations convenablement choisies, l'une au sud de l'Angleterre, l'autre en Ecosse, et deux autres stations correspondantes, également bien choisies, en Amérique, il serait possible de transmettre directement des messages télégraphiques à travers l'océan Atlantique*. On a renoncé à ces belles espérances après un examen sérieux de la question.

» Les courants telluriques que l'on peut obtenir avec des plaques enterrées dans le sol sont beaucoup plus énergiques qu'on ne le croit ordinairement; en prenant les conduites d'eau et de gaz de la ville de Paris j'ai pu obtenir en 1861, sur un circuit de 3123 mètres de fil télégraphique (de 4 millimètres), et avec une boussole des sinus de 30 tours de M. Breguet, un courant qui a pu fournir certains jours une déviation de 6°24′ et une force électromotrice équivalente à un sixième d'un élément Daniell; mais ce courant était très-irrégulier. Pendant longtemps M. Weare, en Angleterre, a fait fonctionner des horloges électriques par ces sortes de courants, et M. Palagi, en 1858, a pu faire marcher très-régulièrement par un moyen analogue un télégraphe entre Paris et Rouen. Il est vrai que les plaques dont il s'était servi étaient constituées par deux sortes de chapelets formés l'un de lames de zinc, l'autre de lames de charbon, lesquels chapelets étaient immergés dans la Seine, l'un à Rouen, l'autre à Paris. Malheureusement ces courants sont très-irréguliers dans leur action et dépendent de beaucoup de circonstances en rapport avec l'état physique du sol et même avec l'état de l'atmosphère, du moins quand la terre est interposée dans le circuit. Les effets de polarisation qui se trouvent développés sous leur influence sont très-énergiques, et comme, en définitive, la pile ne se compose que d'un seul élément dont les électrodes sont aux deux extrémités de la ligne, on ne peut augmenter la tension ni même inverser le sens du courant fourni, à moins d'employer une troisième plaque d'une polarité intermédiaire, comme l'ont proposé MM. Hogé et Pigott, ce qui rend le courant effectif plus faible. Je ne crois donc pas, comme M. Bourbouze, qu'on puisse facilement tirer parti de ces sortes de courants. Toutefois, si l'on parvenait à les rendre constants, on pourrait quelquefois avoir avantage à les employer, malgré leur faiblesse, en raison de ce que les pertes de courant qui se manifestent sur les circuits mal isolés deviennent alors

sans inconvénient sensible. On comprend, en effet, que la résistance du sol, sur un circuit télégraphique, pouvant être considérée comme à peu près nulle, la résistance de la pile se trouve réduite pour ainsi dire à zéro, et la formule des courants dérivés qui, sur une ligne l soumise à d dérivations de résistance a, donne alors comme expression de l'intensité I du courant, avec une force électromotrice E,

$$I = \frac{E\frac{a}{d}}{l\frac{a}{d}} \quad \text{ou} \quad I = \frac{E}{l},$$

montre que cette intensité reste dans les mêmes conditions que si le circuit était parfaitement isolé.

» Pour obtenir cette constance des courants telluriques, M. Lenoir a imaginé, en 1871, de plonger les deux électrodes polaires (qu'il a choisies zinc et charbon) dans de grands vases poreux enfoncés en terre aux deux extrémités de la ligne, et remplis l'un d'eau salée, l'autre d'eau très-légèrement acidulée avec de l'acide nitrique, ce dernier liquide mouillant la lame de charbon. Les expériences faites en Belgique par M. Lenoir ont, à ce qu'il paraît, assez bien réussi, mais nous ne voyons pas qu'elles aient jusqu'à présent réussi à détrôner l'usage des piles en télégraphie.

» Pour qu'on puisse juger de la facilité avec laquelle on peut obtenir des courants à travers des circuits mis en rapport avec une masse humide, il me suffira de dire qu'en prenant deux plaques de tôle de dimensions très-inégales, et les immergeant dans un bassin plein d'eau, j'ai pu obtenir, à travers une boussole des sinus de vingt-quatre tours, des courants assez prononcés, dirigés de la petite plaque à la grande à travers le galvanomètre, et ces courants se retrouvaient même avec deux plaques de mêmes dimensions, dont l'une était plus décapée que l'autre ou plus échauffée; toutefois, de tous les courants de ce genre, les plus accentués sont ceux qui résultent d'une différence considérable d'humidité du terrain autour des deux plaques enterrées, et le courant va toujours, extérieurement, de la plaque enterrée dans le terrain le plus sec à la plaque enterrée dans le terrain le plus humide (1). L'action de ces divers courants est tellement énergique qu'on en retrouve les effets jusque dans les transmissions télégraphiques; ainsi, si l'on transmet un courant électrique à travers un circuit

---

(1) Voir mon *Mémoire sur les transmissions électriques à travers le sol* (*Annales télégraphiques de* 1861), et mon *Exposé des applications de l'électricité*, t. I.

télégraphique mis en rapport avec la terre par une grande et une petite plaque de tôle, l'intensité de ce courant est notablement plus grande et se maintient plus constante quand la petite plaque est positive et la grande négative que quand l'inverse a lieu. »

MINÉRALOGIE. — *Sur un albâtre calcaire provenant du Mexique.* Note de M. A. DAMOUR.

« Cette matière minérale, nouvellement importée en France, est employée à la fabrication de divers objets d'ornement, tels que coupes, guéridons, supports de pendules, etc. Elle est connue dans le commerce sous le nom d'*onyx de Tecali* au Mexique. Par ses caractères extérieurs, elle se rapproche beaucoup de l'albâtre onyx exploité en Afrique. Comme ce dernier, l'albâtre du Mexique montre des couches ondulées, de diverses teintes, et reçoit un beau poli. Sa couleur varie entre le blanc de lait, le blanc jaunâtre et le vert pâle. Sur certains échantillons, on remarque des veines brunes passant au rouge, et qui sont dues à la présence d'une notable proportion d'oxyde ferrique. Les parties jaunes, vertes ou blanches sont translucides.

» Ce minéral se montre en gros blocs concrétionnés, dont la structure est un peu fibreuse. Sa cassure est esquilleuse. Il est rayé par la fluorine. Sa densité est égale à 2,77. Chauffé au rouge, il laisse dégager un peu d'humidité, avec une faible odeur empyreumatique et prend une teinte brune. Il se laisse dissoudre en entier et avec effervescence dans l'acide nitrique, en dégageant des vapeurs d'acide nitreux dues à la peroxydation de l'oxyde ferreux qu'il contient. La liqueur reste colorée en jaune pâle, après la dissolution.

» Si l'on verse dans cette liqueur nitrique, acide et étendue de dix à douze fois son volume d'eau, une dissolution de nitrate céroso-cérique, la liqueur brunit peu à peu; puis, au bout de quelques heures, elle prend une teinte d'un rouge vineux qui se conserve à l'air pendant plusieurs jours.

» En examinant cette liqueur au spectroscope, on y voit les mêmes raies d'absorption qu'on peut observer sur la dissolution aqueuse du permanganate de potasse. Cette réaction indique, dans le minéral, la présence du manganèse qui passe ainsi à un degré supérieur d'oxydation, sous l'influence de l'oxyde cérique, ce dernier cédant aisément une partie de son oxygène au manganèse.

» La plupart des carbonates de chaux essayés de la même manière, notamment le spath d'Islande incolore, la craie blanche, etc., m'ont présenté une semblable réaction; lorsque le manganèse est en assez forte proportion, dans une liqueur nitrique, acide et suffisamment concentrée, il est précipité, en grande partie, à l'état d'oxyde manganique (Mn^2O^3) par le nitrate céroso-cérique.

» L'échantillon employé à l'analyse m'a été remis par M. Boussingault, qui le tenait de M. Tresca. Cet échantillon est blanc jaunâtre, sans aucune veine d'oxyde de fer. J'ai obtenu les résultats suivants :

Acide carbonique	0^{gr},4352
Chaux	0,5010
Magnésie	0,0140
Oxyde ferreux	0,0410
Oxyde manganeux	0,0022
Eau	0,0060
Silice (traces)	0,9994

» Ces résultats peuvent se traduire ainsi qu'il suit :

Carbonate de chaux	0^{gr},8946
Carbonate de magnésie	0,0292
Carbonate ferreux	0,0660
Carbonate manganeux	0,0036
Eau	0,0060
Silice (traces)	0,9994

» Je considère la faible proportion d'eau constatée par l'analyse comme étant simplement interposée et non combinée; on peut l'attribuer aussi à la combustion de quelque matière organique engagée dans le minéral.

» La formule de ce dernier serait exprimée ainsi :

$$(\dot{C}a, \dot{M}g, \dot{F}e, Mn)\ddot{C}. »$$

HYDROLOGIE. — *Sur la crue de la Seine et sur les moyens de préserver Paris des débordements du fleuve.* Note de M. **Belgrand**.

« J'ai dit, dans la séance du 20 mars dernier, que la Seine, le 17 du même mois, au moment du maximum de la crue, débitait 1661 mètres cubes d'eau par seconde; j'avais obtenu ce nombre au moyen de quelques données numériques dues à M. l'inspecteur général Poirée. J'ai demandé à un certain nombre d'ingénieurs de profiter de cette grande crue pour

déterminer, par expérience, le débit de la Seine à divers niveaux; MM. les ingénieurs Brosselin et Vaudrey ont fait ce travail pour Paris : ils ont trouvé que le 17 mars, au moment du maximum, le fleuve débitait 1652 mètres cubes par seconde. Cette coïncidence des deux chiffres me paraît très-remarquable.

» J'ai calculé la portée totale de la Seine depuis le 16 février, date du premier jour de la crue jusqu'au 10 avril, époque où le fleuve était descendu, au pont de la Tournelle, à la cote $1^{m},53$, qui peut être considérée comme normale dans cette saison; j'ai trouvé, pour ces cinquante-cinq jours, un débit total de 4 231 440 000 mètres cubes d'eau. D'après trois analyses de M. Boussingault, l'eau de Seine puisée en amont du pont d'Austerlitz, rive droite, contenait en moyenne par mètre cube:

Ammoniaque	$0^{gr},180$
Acide nitrique	$5^{gr},017$

» Le fleuve pendant la crue a donc entraîné :

Ammoniaque	$0^{gr},180 \times 4\,231\,440\,000 =$ 761 659	kilogrammes
Acide nitrique	$5^{gr},017 \times 4\,231\,440\,000 =$ 21 229 134	»

» Il est à remarquer que le lendemain du maximum de la crue, le 18 mars, date de la première analyse, l'eau contenait par mètre cube :

Ammoniaque	$0^{gr},330$
Acide nitrique	$1^{gr},200$

et le 10 avril, dernier jour de la crue :

Ammoniaque	$0^{gr},040$
Acide nitrique	$5^{gr},350$

» La proportion d'ammoniaque diminue, et celle de l'acide nitrique augmente au fur et à mesure que l'eau s'éclaircit.

» Les débordements séculaires de la Seine, dont la crue du 17 mars 1876 ne nous donne qu'une faible idée, submergeraient encore les quartiers bas de Paris, si les égouts collecteurs des quais n'étaient pas construits.

» Voici quelle serait l'étendue des inondations dans l'enceinte des fortifications pour trois de ces grandes crues :

	Altitude du plan d'eau au pont de la Tournelle.	Étendue de la submersion dans l'enceinte de Paris.
Crue du 27 février 1658, la plus grande connue	35,06	1166$^{hect.}$
Crue du 26 décembre 1740, la plus grande après celle de 1658.	34,15	720
Crue du 3 janvier 1802, la plus grande du XIX^{e} siècle	33,70	455
Crue du 17 mars 1876, la plus grande depuis celle de 1807	32,75	»

» On calcule en ce moment la surface qui aurait été submergée par la crue de 1876 si les égouts collecteurs n'existaient pas.

» On sait que les grandes crues ordinaires de Paris envahissent un très-grand nombre de caves dans les quartiers bas de la ville.

» Je me propose de démontrer qu'on peut préserver Paris de toute submersion superficielle ou souterraine par des moyens très-simples, qui n'exigeraient que des dépenses peu importantes.

» *Submersion superficielle, effets des égouts collecteurs.* — Pour préserver les points bas des débordements, il faut rendre les quais insubmersibles, et, en temps de crue, intercepter toute communication du fleuve avec les égouts dans l'intérieur de la ville; en outre, il faut se débarrasser des eaux de ces égouts : Paris en produit par jour, en temps sec, environ 300000 mètres cubes; la plus grande partie arrive jusqu'aux quais, et déterminerait en peu de jours une inondation aussi élevée que celle du fleuve et bien autrement désastreuse, puisqu'elle serait formée d'eaux insalubres. On peut en préserver la ville, soit en relevant les eaux d'égout par des machines, soit en faisant déboucher ces eaux dans le fleuve à une assez grande distance en aval de la ville, pour que le retour de la crue par ce canal souterrain ne puisse produire aucune submersion.

» Aujourd'hui les quais, entre les ponts d'Austerlitz et d'Iéna, sont insubmersibles par une crue égale en hauteur à celle de 1802, la plus grande du siècle, et, dans ces dernières années, l'Administration municipale a fait construire, le long de ces quais, deux égouts collecteurs, qui versent leurs eaux dans la Seine à une grande distance en aval de Paris.

» Le collecteur de la rive droite, qui traverse la place de la Concorde en quittant le quai et passe en tunnel sous le promontoire de Monceau, porte le nom de *collecteur général*. Le collecteur de la rive gauche, qui passe sous la Seine en siphon au pont de l'Alma et en tunnel sous la place de l'Étoile, est désigné sous le nom de *collecteur de la Bièvre;* ces égouts tombent en Seine à un débouché commun situé un peu en aval du pont d'Asnières.

» Les collecteurs ne peuvent débiter l'eau des grandes averses d'été; on a donc ménagé des déversoirs sur leur parcours, le long des quais; en temps de crue du fleuve, ces déversoirs sont fermés par des portes de flot. Il résulte de ces dispositions qu'une grande crue de la Seine ne peut produire une submersion à Paris, entre les ponts d'Austerlitz et de l'Alma, qu'en refoulant les eaux d'égout en amont du débouché des collecteurs, aux ponts d'Asnières; sa hauteur se trouve ainsi diminuée non-seulement de toute la pente du fleuve, dans le long circuit qu'il fait autour

du bois de Boulogne, mais encore de la dépression qu'elle éprouve lorsqu'elle cesse d'être resserrée entre les quais de Paris. En 1861, *j'ai évalué à* $2^{m},40$ *cette diminution de la hauteur de la submersion, entre les ponts Royal et d'Asnières, due à la disposition des collecteurs*. J'ai admis également qu'il n'était pas nécessaire de retrancher de ce nombre la pente de surface de l'eau dans les collecteurs, parce que la section mouillée de ces égouts devenant considérable lorsque le fleuve est en grande crue, la vitesse d'écoulement est si petite, qu'elle est absolument négligeable : en un mot, *l'altitude de l'eau dans ces égouts, pendant une grande crue, devait, suivant moi, être exactement la même au pont de l'Alma, à la place de la Concorde et au débouché d'Asnières.*

» J'ai eu pour la première fois l'occasion de vérifier ces anciennes appréciations à la suite de la crue du 17 mars. L'altitude maximum du plan d'eau a été :

A l'échelle du pont Royal, le 17 mars...	$31^{m},80$
Et au débouché du collecteur à Asnières............	29,38
La différence entre ces deux nombres......	2,42

est sensiblement égale à mes prévisions.

» L'eau, comme je l'avais prévu, est restée sensiblement horizontale sur une longueur de 5000 mètres, entre le pont de l'Alma, la place de la Concorde et le débouché des égouts à Asnières, c'est-à-dire à l'altitude $29^{m},38$. Comme aucune partie du sol de Paris ne s'abaisse au-dessous de ces cotes, on voit déjà que la crue de 1876 n'aurait rien submergé si les collecteurs avaient été prolongés jusqu'aux fortifications, à Grenelle et au Point-du-Jour, et avaient été séparés complétement du fleuve; il n'y a d'exception que pour une petite partie de la rue Watt, située sous un pont du chemin de fer d'Orléans.

» Sur la rive gauche les communications du collecteur de la Bièvre avec la Seine ne sont pas complétement interceptées entre le boulevard de l'Hôpital et le pont de l'Alma : plusieurs égouts situés sous des établissements appartenant à l'État ou sous des propriétés particulières, sont à un niveau si bas qu'ils tombent encore directement en Seine, en passant sous le collecteur : je citerai notamment l'égout du palais du Corps législatif. Par suite de cette disposition, l'eau de la dernière crue entrait par cet égout dans les caves du Palais et en sortait en large nappe par la grande porte qui s'ouvre sur la rue de Bourgogne et s'engouffrait à quelques mètres de là dans la bouche de l'égout public; un nombre considérable de curieux assistaient à ce spectacle sans y rien comprendre.

» Ces anciens égouts ont donc mis la Seine en communication avec le collecteur de la Bièvre, et, au lieu de se tenir sur la rive gauche à l'altitude normale de $29^m,50$, l'eau de cet égout s'est élevée à $31^m,04$. Il est résulté de là que la rue de l'Université a été submergée en quelques points, notamment devant le Ministère des Affaires étrangères, dont le trottoir est à l'altitude de $30^m,95$.

» La plus grande crue connue, celle du 27 février 1658, a dépassé de $2^m 30$ en hauteur celle du 17 mars 1876. Les altitudes dans le collecteur de la Bièvre au pont de l'Alma auraient donc été de $29^m,38 + 2^m,30 = 31^m,68$ sur la rive droite, et sur la rive gauche de $29^m,50 + 2^m,30 = 31^m,80$. Les parties de Paris situées au-dessous de ces altitudes seraient encore submergées, mais elles sont peu étendues : on peut d'ailleurs les délivrer de toute crainte d'inondation en supprimant toute communication entre les collecteurs et la Seine, en établissant des portes de flot à Asnières comme aux autres débouchés d'égout. Ces conditions étant remplies, il sera facile de maintenir les égouts dans leur état de fonctionnement normal pendant les plus fortes crues au moyen des machines à vapeur de l'usine de Clichy; ces machines, de 800 chevaux environ, qui sont destinées, en temps ordinaire, à relever les eaux d'égout pour les besoins de l'agriculture, serviront, pendant les grandes crues, à les jeter dans la Seine.

» L'eau des égouts étant maintenue à la hauteur normale dans les cuvettes des collecteurs, il est évident qu'alors aucune partie de Paris ne pourra être submergée par une crue quelconque, à la seule condition que les quais soient insubmersibles.

» *Inondation des caves.* — Le nombre des caves submergées pendant la crue de 1876 a été de 3051.

» Quoique les pertes matérielles soient peu importantes, les caves inondées sont si nombreuses, et, dans certains quartiers, restent si longtemps sous l'eau, qu'on doit considérer ces invasions comme un véritable désastre public.

» A la suite de la crue de 1866, j'ai indiqué le remède bien simple qui permettrait de les faire disparaître absolument : il faudrait pour cela établir dans les principales rues submergées, un peu au-dessous du niveau habituel de la nappe d'eau souterraine, des tuyaux de drainage de $0^m,20$ environ sans communication avec les égouts et le fleuve, construire dans le voisinage d'un égout des puisards sur ces drains et y installer des machines à épuiser suffisantes pour maintenir la nappe d'eau souterraine à son état normal : on ferait ainsi cesser tout danger de submersion des caves.

» Mon projet fut pris en sérieuse considération par l'Administration, mais l'exécution en fut ajournée, parce que l'épuisement exigeait un grand nombre de machines à vapeur, qui n'auraient servi que tous les cinq à six ans : on m'a dit avec raison que ces machines ne seraient jamais prêtes en temps utile.

» J'ai longtemps cherché une solution plus simple et je crois enfin l'avoir trouvée.

» En général, le volume d'eau à extraire d'un puisard ne dépassera pas 10 litres par seconde; cette eau sera relevée de 3 mètres en moyenne; le travail à produire par seconde sera donc de 30 kilogrammètres. Or, dans toutes les rues importantes des quartiers bas de la ville, il y a des conduites maîtresses dans lesquelles l'eau est soumise à une pression de 20, 30, 40 et 50 mètres; il suffirait de tirer de ces conduites 5 litres d'eau par seconde au plus, pour produire une chute d'eau dont la puissance théorique serait de 100 kilogrammètres.

» Voici comment je comprends que cette force serait appliquée à l'épuisement de la nappe d'eau souterraine : dans chaque puisard en communication avec les drains, on établirait, sur un axe vertical en fer, presque à fleur du sol, une petite turbine qui serait actionnée par l'eau des conduites maîtresses de la Ville, et, dans l'eau amenée par le drain, une pompe à force centrifuge à peu près de même grandeur, qui serait mise en mouvement par la turbine; l'eau élevée par la pompe et celle de la turbine tomberaient dans l'égout de la rue. Avec 100 kilogrammètres de puissance théorique on produirait facilement les 30 kilogrammètres de travail utile qu'exigerait l'épuisement et l'on maintiendrait l'eau de la nappe souterraine au-dessous du niveau des caves. Cette petite machine n'occuperait pas en plan la surface d'un carré de 2 mètres de côté, et elle ne demanderait pas une surveillance minutieuse; dans la vallée de la Vanne, nous relevons de 2 mètres, avec un appareil de ce genre, une source débitant 130 litres d'eau par seconde, au moyen de 40 litres d'eau que nous prenons dans une autre source de 20 mètres plus élevée. Cette machine est visitée de temps à autre par un cantonnier chargé de graisser les axes; elle fonctionne, d'une manière presque continue, depuis deux ans, avec une parfaite régularité.

» Je ferai remarquer que, pendant les grandes crues du fleuve, le service de la navigation des canaux de la Ville est suspendu et qu'il laisse disponibles plus de 350 litres d'eau de l'Ourcq par seconde, qui sont rejetés dans la Seine sans être utilisés; ces 350 litres d'eau, avec une chute de 20 mètres, représentent une force théorique de 7000 kilogrammètres par

seconde, plus que suffisante pour maintenir la nappe souterraine à son niveau normal.

» On peut dire que, une fois la dépense première faite, l'épuisement de la nappe souterraine se ferait sans autres frais que la dépense d'entretien des machines, qui est négligeable dans une opération de cette importance.

» *Conclusion.* — Avec des quais insubmersibles par des crues d'une hauteur donnée, on préservera Paris : 1° des débordements de ces crues en prolongeant les égouts collecteurs des quais jusqu'aux fortifications au fur et à mesure qu'on construira ces quais, en les isolant complétement de la rivière et en les tenant au besoin à leur niveau normal au moyen des machines de l'usine de Clichy; 2° des inondations souterraines, au moyen d'un drainage établi plus bas que les caves submergées et sans communication avec la rivière et les égouts, et en maintenant la nappe à son niveau ordinaire avec des pompes à force centrifuge et des turbines mises en mouvement par les eaux de la Ville. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section de Mécanique, en remplacement de feu M. *Seguin.*

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 47,

M. Colladon obtient. . . . . 47 suffrages.

M. Colladon, ayant obtenu l'unanimité des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le Concours du prix Barbier pour l'année 1876.

MM. Gosselin, Bouillaud, Cl. Bernard, Bussy et Sédillot réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Chatin et J. Cloquet.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le Concours du prix Alhumbert (*Étude du mode de nutrition des champignons*) pour l'année 1876.

MM. Duchartre, Trécul, Chatin, Tulasne et Decaisne réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Pasteur et Ch. Robin.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le Concours du prix Desmazières pour l'année 1876.

MM. Duchartre, Trécul, Chatin, Decaisne et Tulasne réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Pasteur et Robin.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le Concours du prix Thore pour l'année 1876.

MM. Duchartre, Blanchard, Milne Edwards, Decaisne et Trécul réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. de Lacaze-Duthiers et de Quatrefages.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le Concours du prix Savigny pour l'année 1876.

MM. de Quatrefages, Blanchard, Milne Edwards, de Lacaze-Duthiers et P. Gervais réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Ch. Robin et Cl. Bernard.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ALGÈBRE. — *Nouvelle solution de l'équation générale du quatrième degré.* Mémoire de M. **Weichold**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Hermite, Puiseux, Bouquet.)

« Soit l'équation

$$x^4 + Ax^3 + Bx^2 + Cx + D = 0.$$

» En désignant les quatre racines de cette équation par a, b, c, d, et en posant

$$ab + cd = y_1, \quad ac + bd = y_2, \quad ad + bc = y_3,$$

on a, eu égard aux relations connues $a + b + c + d = -A$, $ab + ac + ad + bc + bd + cd = B$, $abc + abd + acd + bcd = -C$, $abcd = D$,

$$y_1 + y_2 + y_3 = B,\quad y_1 y_2 + y_1 y_3 + y_2 y_3 = AC - 4D,$$
$$y_1 y_2 y_3 = C^2 + D(A^2 - 4B);$$

par conséquent, la réduite de l'équation proposée sera

$$y^3 - By^2 + (AC - 4D)y - [C^2 + D(A^2 - 4B)] = 0,$$

dont les racines sont y_1, y_2, y_3.

» En observant ensuite que

$$[(a+b)-(c+d)]^2 = [(a+b)+(c+d)]^2 - 4(a+b)(c+d) = A^2 - 4(y_2+y_3),$$
$$(ab - cd)^2 = (ab + cd)^2 - 4abcd = y_1^2 - 4D,$$
$$(a-b)^2 = (a+b)^2 - 4ab,\quad (c-d)^2 = (c+d)^2 - 4cd,$$

on trouve, en remplaçant $(y_2 + y_3)$, y_1 par leurs valeurs tirées de la réduite

$$\left.\begin{matrix} a \\ b \\ c \\ d \end{matrix}\right\} = \frac{1}{12}\Big(-3A \pm \sqrt{3[(3A^2 - 8B) + 4(\rho + \rho')]}$$
$$\pm \sqrt{6\left\{(3A^2 - 8B) - 2(\rho + \rho') \mp A\sqrt{3[(3A^2 - 8B) + 4(\rho + \rho')]} \mp 4\sqrt{(B^2 - 36D) + 2B(\rho + \rho') + (\rho + \rho')^2}\right\}}\Big),$$

où il ne reste qu'à mettre pour $\rho + \rho'$ sa valeur calculée, selon que l'on tombe dans la résolution de la réduite sur le cas irréductible ou non, d'après l'une ou l'autre des deux formules

$$\rho + \rho' = \text{le p. g. c. d. entre N et } \frac{P + S\sqrt{-3}}{2}$$
$$+ \text{ le même entre N et } \frac{P - S\sqrt{-3}}{2} \; (*)$$

ou

$$\rho + \rho' = \sqrt[3]{\frac{3P + 2BN + 3S\sqrt{-3}}{2}} + \sqrt[3]{\frac{3P + 2BN - 3S\sqrt{-3}}{2}},$$

dans lesquelles

$$N = B^2 - 3AC + 12D,\quad P = 9C^2 + 9A^2D - 32BD - ABC,$$
$$S = \sqrt{\frac{4NN' - P^2}{3}},\quad N' = A^2C^2 - 3A^2BD - 3BC^2 + 12B^2D - 8ACD + 16D^2.$$

(*) Voir ma solution du cas irréductible, présentée à la séance du 3 janvier dernier.

» Mon Mémoire contient des exemples numériques constatant les avantages de cette méthode. »

NAVIGATION. — *Nouveau système de cartes marines, pour la navigation par arcs de grand cercle.* Mémoire de M. **Hilleret**, présenté par M. Yvon Villarceau. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. de Tessan, Yvon Villarceau, Lœvy.)

« Depuis vingt ans environ, la navigation à vapeur a pris un développement considérable, et la rapidité des traversées, qui ne pouvait s'obtenir d'une manière régulière avec la voile, est intervenue comme un nouvel élément dans les transactions commerciales. On a cherché dès lors, par tous les moyens possibles, à raccourcir les traversées, et l'on a pensé à substituer à la route faite à la mer, sur un arc loxodromique, une route suivant l'arc de grand cercle, qui est le plus court chemin d'un point à un autre sur la sphère. Les avantages qui peuvent résulter de cette substitution ne sont point à dédaigner, ainsi qu'on peut le constater par les chiffres suivants : l'arc de grand cercle allant de Brest à New-York est plus petit de 100 mille marins que l'arc loxodromique joignant ces deux points; et la différence de ces deux genres de route atteint, entre Valparaiso et Shanghaï, jusqu'à 687 milles. Dans le premier cas, la route par arc de grand cercle économise, pour un grand paquebot, environ 800 francs, rien que pour le combustible, et dans le second 5500 francs. Or les grandes compagnies comptent par centaines les traversées faites annuellement; l'économie qui peut donc résulter de la route par arc de grand cercle se chiffre par des sommes considérables. Il est évident que la marine militaire a aussi de grands avantages à suivre l'arc de grand cercle; en temps de guerre, l'obligation de suivre la route la plus courte pourra, dans des circonstances fréquentes, être impérieusement commandée.

» Nous donnerons une idée de l'importance que l'on a attachée à cette question, en énumérant les tentatives qui ont été faites pour obtenir la solution pratique du problème qui nous occupe. Citons : 1° les méthodes de calcul de Raper, publiées en 1840; de Towson, en 1849; de Robertson, en 1855; de Labrosse, en 1870; 2° les instruments proposés : le planisphère de Keller, proposé en 1849; celui de l'amiral Lefèvre, en 1870; enfin, toutes les variétés de planisphères à projections orthogonales ou autres, tels que le planisphère de Zescewitch; 3° les cartes : celle de Godfray, les

cartes transparentes de Robert Russel, de Caillet; 4° les méthodes comportant calcul et dessin graphique : celle du révérend George Fisher.

» Ces méthodes, la plupart ingénieuses, présentent encore certaines difficultés dans l'application. Pour obvier aux divers inconvénients reconnus, nous avons cru devoir poser le problème dans les termes suivants :

» *Construire un système de carte où les arcs de grand cercle soient représentés par des lignes droites et permettant d'obtenir, par des constructions graphiques très-simples, l'angle de route et la longueur de l'arc de grand cercle à parcourir ; en outre, donner aux cartes une étendue suffisante pour les besoins de la navigation.*

» *Solution analytique.* — Si l'on appelle ω l'inclinaison d'un grand cercle sur l'équateur; G_0 la longitude du point où le grand cercle coupe l'équateur, L la latitude et G la longitude d'un point quelconque M de l'arc de grand cercle; on a

$$\text{tang}\,L = \text{tang}\,\omega \sin(G - G_0),$$

ou

$$\frac{\text{tang}\,L}{\cos G} = (\text{tang}\,\omega \cos G_0)\,\text{tang}\,G - \sin G\,\text{tang}\,\omega = A\,\text{tang}\,G + B,$$

relation qui représente l'équation d'un grand cercle sur la sphère. D'un autre côté, l'équation d'une ligne droite en coordonnées rectangulaires est

$$y = ax + b;$$

si donc nous voulons que l'arc de grand cercle soit représenté par une ligne droite sur la carte, il suffira de poser

$$y = \frac{\text{tang}\,L}{\cos G}, \quad x = \text{tang}\,G;$$

d'où, en éliminant G, on déduit, pour équation des courbes de même latitude,

$$\frac{y^2}{\text{tang}^2 L} - x^2 = 1,$$

équation d'une hyperbole. Ainsi : 1° les arcs de longitude sur la carte doivent être proportionnels aux tangentes des longitudes sur la sphère; 2° les parallèles de latitude doivent être représentés par des hyperboles. Il est évident, du reste, que les méridiens, étant des grands cercles de la sphère, sont figurés par des droites perpendiculaires à l'équateur.

» *Interprétation géométrique.* — Elle est des plus simples; la voici : Menons un plan tangent à la sphère terrestre par un point O de l'équateur, qui sert d'origine aux longitudes; joignons le centre de la Terre à un point

quelconque M de sa surface, et prolongeons le rayon ainsi déterminé jusqu'à sa rencontre avec le plan tangent; il est clair que, dans ce mode de projection des points terrestres, tous les grands cercles, méridiens, équateur ou autres, sont figurés par des lignes droites. Les courbes représentatives des parallèles de latitude résultant de l'intersection de cônes droits, à base circulaire, par un plan parallèle à leur axe commun, sont des hyperboles. Enfin, les longitudes, étant comptées à partir du méridien passant par le point de contact du plan de projection, les abscisses des méridiens de la carte ont pour expression

$$x = \operatorname{tang} G;$$

le point situé sur ce méridien et correspondant à une latitude L a pour ordonnée

$$y = \frac{\operatorname{tang} L}{\cos G}.$$

Ces équations permettent de construire aisément le canevas de la carte.

» *Mesure de la distance entre deux points de la sphère.* — Une ligne droite AB, de position quelconque sur la carte, étant supposée représenter la partie de l'arc de grand cercle qui joint les deux points correspondants a et b de la sphère, la mesure de la distance entre ces deux points de la terre s'obtient ainsi : on abaisse de l'origine O des coordonnées de la carte la perpendiculaire OC sur AB; puis on prend sur l'équateur $OC' = OC$; sur le méridien passant en ce point C', on prend $C'B' = CB$ et $C'A' = CA$: il ne reste plus qu'à lire la différence de latitude entre A' et B'; elle donne la distance en milles entre les deux points a et b de la sphère.

» *Détermination de l'angle de route.* — Si l'on suppose le point de départ A marqué sur le méridien zéro de la carte, en appelant V' l'angle aigu formé par les méridiens de la carte et une ligne droite AB, on prouve aisément que

$$\operatorname{tang} V = \frac{\operatorname{tang} V'}{\cos L},$$

V étant l'angle formé en a, sur la sphère, par le grand cercle ab et le méridien passant en ce point a, dont L est la latitude. Des courbes auxiliaires, construites d'après cette formule et mises au bas de la carte, permettent de trouver très-facilement l'angle V d'après l'angle V'. Disons du reste que, dans la pratique, il suffit de connaître V à 1 degré près.

» Les cartes nouvelles ne permettent guère d'embrasser une amplitude de plus de 150 degrés en longitude. Cependant on élude aisément la dif-

ficulté qui semblerait en résulter, lorsqu'il s'agit de joindre deux points distants de 150 à 180 degrés : il suffit, en effet, de substituer au point d'arrivée son antipode et de joindre sur la carte la position de ce point à celui de départ, puis de prolonger la droite ainsi obtenue; le prolongement se trouve être la représentation du fragment de l'arc de grand cercle situé du côté du point de départ. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Extraction du gallium de ses minerais.* Note de M. **Lecoq de Boisbaudran**, présentée par M. Wurtz.

(Renvoi à la Section de Chimie.)

« Voici l'indication sommaire du procédé qui m'a donné les meilleurs résultats (1) :

» La blende est dissoute dans l'eau régale; on place des lames de zinc dans la liqueur qu'il faut soutirer lorsque le dégagement d'hydrogène est très-ralenti, *mais encore sensible;* on sépare ainsi la majeure partie de : Cu, Pb, Cd, Ir, Tl, Ag, Hg, Se, As, etc. On ajoute à la liqueur claire un grand excès de zinc et l'on fait bouillir pendant plusieurs heures; il se forme un abondant précipité gélatineux contenant surtout de l'alumine et des sous-sels de zinc, enfin le gallium. Ce précipité est repris par HCl et la solution traitée de nouveau par le zinc à l'ébullition. Tout le gallium contenu dans la blende est ainsi concentré dans un produit de faible volume.

» Le dernier précipité gélatineux est dissous dans HCl; on ajoute de l'acétate d'ammoniaque et l'on fait passer H^2S. Cette opération est répétée, afin d'enlever complétement l'alumine. La solution chlorhydrique des sulfures blancs est précipitée par le carbonate de soude, en fractionnant; le gallium se concentre dans les premiers dépôts; le spectroscope indique l'instant où l'on doit s'arrêter.

» Pour achever la séparation du zinc, on dissout l'oxyde de gallium dans l'acide sulfurique (2), puis on sursature par l'ammoniaque en excès.

» Il reste beaucoup de gallium dans la solution ammoniacale; on l'en retire en : 1° faisant bouillir pour chasser AzH^3 libre; 2° détruisant les

(1) On trouvera les détails de l'opération dans le *Bulletin de la Société chimique de Paris,* mois de mai 1876.

(2) Vers la fin du traitement il faut employer l'acide sulfurique et non HCl, dont la présence serait fort nuisible lors de l'électrolyse.

sels ammoniacaux par l'eau régale; 3° précipitant par Na^2OCO^2 avec fractionnement.

» L'oxyde de gallium pur, précipité par AzH^3, est dissous dans la potasse et électrolysé; le gallium se dépose sur la lame de platine négative. L'électrode positive, également en platine, doit être plus grande que la négative. Cinq ou six couples Bunsen suffisent pour électrolyser 20 à 30 centimètres cubes de solution concentrée. En plaçant l'électrode négative dans l'eau *froide* et en la soumettant à des flexions on détache facilement le gallium.

» Les matières dans lesquelles j'ai recherché le gallium se rangent comme ci-après, en commençant par les plus riches :

A. *Matières riches.*

» 1° Blendes noires de Beusberg (échantillons envoyés par la Société de la Vieille-Montagne);

» 2° Blende jaune transparente des Asturies;

» 3° Blende brune de Pierrefitte (Pyrénées);

B. *Matières assez pauvres.*

» 4° Zinc en poudre et en grumeaux (tuties) acheté à Cognac et provenant des usines de la Vieille-Montagne;

» 5° Cadmies de Corphalie.

C. *Matières très-pauvres.*

» 6° Blende jaune opaque de Mandesse (Gard) (1);

» 7° Blende brune de Suède (échantillon envoyé par la Société de la Vieille-Montagne);

» 8° Blende noir-brun de Schwarzenberg (Silésie) (1);

» 9° Blende en bâtons de la Nouvelle-Montagne (1).

D. *Matières dans lesquelles je n'ai pas trouvé de gallium.*

» Blende rubanée de la Vieille-Montagne.

» Tuties de Corphalie.

» Galènes de Pierrefitte et autres.

» Zinc métallique de la Vieille-Montagne employé à Cognac dans les constructions.

» Calamines carbonatées de Sardaigne (2 échantillons);

» Calamines carbonatées du Gard (2 échantillons).

» Acide chlorhydrique du commerce.

» Acide nitrique du commerce. »

---

(1) Pour l'examen de chacune de ces trois blendes j'ai opéré sur 25 kilogrammes.

CHIMIE. — *Action du zinc sur les solutions de cobalt.* Note de M. LECOQ DE BOISBAUDRAN, présentée par M. Wurtz.

« On admet avec raison que les sels de cobalt ne sont précipités par le zinc ni à froid ni à l'ébullition. Plusieurs fois cependant, j'avais trouvé des quantités considérables de cobalt (1) dans l'éponge métallique résultant de l'action du zinc sur la solution de blende dans l'eau régale. Ayant cherché la cause de cette singularité, voici ce que j'ai observé :

» 1. La présence d'un métal se réduisant facilement par le zinc est indispensable.

» 2. Le cuivre et le plomb peuvent entraîner le cobalt. L'action du cuivre est plus sensible que celle du plomb. Le cadmium ne m'a donné que des résultats négatifs.

» 3. Si la liqueur contenant le cuivre et le cobalt est très-acide, le cuivre seul se dépose.

» 4. C'est seulement dans un certain état très-voisin de la neutralité que le dépôt du cuivre provoque celui du cobalt; la liqueur se décolore alors rapidement.

» 5. Dans une liqueur rendue basique par un contact prolongé avec un excès de zinc, le cobalt, non-seulement ne se réduit plus, mais se redissout s'il a été préalablement séparé. Pour décolorer de nouveau la liqueur, il suffit d'ajouter une TRÈS-PETITE quantité d'acide.

» 6. Le cobalt est bien réduit à l'état métallique; aussi résiste-t-il à l'acide acétique étendu. L'acide chlorhydrique attaque d'abord un peu l'éponge métallique avec dégagement d'hydrogène, mais l'action s'arrête bientôt, ce qui indique un mélange intime du cuivre et du cobalt, et non un dépôt superficiel. Une éponge métallique contenait encore les $\frac{4}{5}$ de son cobalt, après avoir séjourné quarante-huit heures dans HCl concentré.

» 7. La présence d'une certaine quantité de sel de cuivre est nécessaire. Avec trop peu de cuivre, une partie seulement du cobalt est entraînée; une autre addition de sel de cuivre provoque alors une nouvelle séparation de cobalt. »

(1) La plupart des blendes contiennent des quantités notables de cobalt.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Influence de l'acide carbonique sur la respiration des animaux.* Mémoire de M. **F.-M. Raoult.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Cl. Bernard, Wurtz.)

« On sait que les actions chimiques lentes sont généralement limitées par la présence des produits formés; si ceux-ci ne se dégagent point, les réactions restent incomplètes. J'ai donc pensé que, la tension de l'oxygène dans l'air inspiré restant la même, l'hématose devrait se ralentir à mesure que la tension de l'acide carbonique y deviendrait plus grande, et j'ai entrepris des expériences en vue de vérifier cette conjecture.

» Mes expériences ont été effectuées sur des lapins. Le museau de l'animal, rasé et enduit d'un lut farineux, est engagé et maintenu dans une sorte d'entonnoir en caoutchouc. La douille de cet entonnoir communique, au moyen d'un tube en T, avec deux gazomètres à cloche pareils et destinés, l'un à fournir l'air pour la respiration, l'autre à recueillir les gaz expirés. Ces gazomètres, d'un volume de 200 litres chacun, sont en zinc et divisés en parties égales; ils sont munis de manomètres à eau, ce qui permet d'y maintenir la pression atmosphérique; l'eau qu'ils renferment est recouverte d'une couche d'huile d'olive, ce qui empêche la rapide altération du mélange gazeux. Entre l'animal et chaque gazomètre, se trouve une soupape hydraulique à huile et un flacon tubulé de 500 centimètres cubes, plein d'air. Les soupapes hydrauliques permettent à l'air de circuler dans un sens convenable et s'opposent absolument au mouvement inverse. Quant aux flacons tubulés, ils se trouvent, à la fin de chaque expérience, remplis, l'un de l'air *inspiré*, l'autre de l'air *expiré* dans les dernières minutes; et c'est l'analyse de leur contenu qui fait connaître la composition de l'un et de l'autre.

» L'analyse des gaz a été faite, au moyen de la potasse et de l'acide pyrogallique, dans l'instrument que j'ai soumis à l'Académie des Sciences, le 10 avril 1876. Pour plus d'exactitude, avant d'établir l'équilibre de pression entre l'intérieur et le dehors, j'avais toujours soin de ramener l'eudiomètre à la même température, en le plaçant dans une auge pleine d'eau. A chaque expérience, on détermine le volume et la composition du gaz inspiré et du gaz expiré; on note le nombre d'inspirations de l'animal par minute et la durée de l'expérience. On a ainsi tous les éléments nécessaires pour calculer les quantités d'acide carbonique produit et d'oxygène consommé en une heure.

» Les douze expériences dont je vais rapporter les résultats ont été faites sur deux jeunes lapins : l'un, A, mâle, pesant 1^{kg},650; l'autre, B, femelle, pesant 2^{kg},150. Ils habitaient ensemble et étaient nourris avec du pain et des carottes. Ils étaient mis en expérience le même jour, à des moments très-rapprochés et immédiatement au sortir de la niche. On commençait d'abord par faire, sur l'un d'eux, une expérience avec un mélange gazeux contenant de l'acide carbonique, mais renfermant toujours à peu près 21 pour 100 d'oxygène. Cette expérience terminée, on faisait respirer à l'autre de l'air pur, dans le même appareil. A chaque séance nouvelle, on avait soin d'intervertir les rôles des lapins. Après une journée d'expériences, il y avait toujours au moins une journée de repos. Les expériences ont toutes duré une heure et demie; et c'est au dernier quart d'heure de chacune d'elles que se rapportent les chiffres consignés dans le tableau suivant :

ANIMAL en expérience.	COMPOSITION DE 100 VOLUMES						INSPIRATIONS en une minute	VOLUME D'AIR		VOLUME	
	D'AIR INSPIRÉ			D'AIR EXPIRÉ				inspiré en une heure.	expiré en une heure.	de CO^2 produit en une heure.	d'oxygène consommé en une heure.
	Az.	O.	CO^2.	Az.	O.	CO^2.		lit	lit	lit	lit
A....	79,2	20,8	0,00	78,8	17,8	3,4	70	72,0	72,3	2,40	2,10
B....	id.	id.	id.	79,9	18,2	1,9	59	70,9	70,1	1,30	2,00
A....	id.	id.	id.	79,9	18,2	1,9	62	66,9	66,3	1,26	1,90
B....	id.	id.	id.	80,1	18,1	1,8	59	78,4	77,5	1,44	2,30
A....	id.	id.	id.	79,7	18,4	1,9	60	66,0	65,6	1,25	1,68
B....	id.	id.	id.	79,7	18,3	2,0	61	72,1	71,8	1,44	1,87
Moy.	79,2	20,8	néant.	79,7	18,0	2,3	62	71,1	70,6	1,515	1,975
A....	73,6	20,6	5,8	73,6	19,9	6,5	69	100,1	99,8	0,70	0,80
A....	72,0	20,2	7,8	72,1	19,8	8,1	77	71,6	72,0	0,20	0,40
B....	70,4	21,7	7,9	70,3	20,4	9,3	67	87,8	88,2	1,26	1,07
B....	66,6	21,4	11,9	66,9	19,9	13,2	59	110,4	109,9	1,46	1,75
A....	63,5	20,7	15,8	63,7	19,3	17,0	51	95,2	94,9	1,01	1,39
B....	56,4	20,4	23,2	56,3	19,9	23,9	51	120,0	120,2	0,88	0,64
Moy.	67,1	20,8	12,1	67,2	19,7	13,0	62	97,50	97,50	0,918	1,008

» *Observation.* — Les lapins n'ont paru gênés dans aucune expérience, excepté peut-être dans celle où l'air inspiré renfermait 23 pour 100 d'acide carbonique. Dans aucun cas, ils n'ont cessé d'être attentifs à tous les bruits. A peine délivrés, ils reprenaient leurs allures ordinaires.

» Les moyennes des analyses de l'air inspiré et de l'air expiré montrent

que, pour *cent litres* d'air inspirés, renfermant $20^{lit},8$ d'oxgène et pas du tout d'acide carbonique, l'acide carbonique produit est de $2^{lit},3$ et l'oxygène consommé $2^{lit},8$; tandis que pour le même volume d'un mélange gazeux, renfermant $20^{lit},8$ d'oxygène et $12^{lit},1$ d'acide carbonique, l'acide carbonique produit n'est que de $0^{lit},9$ et l'oxygène consommé de $1^{lit},1$. Si donc le volume d'air respiré était le même dans tous les cas, ces résultats suffiraient pour démontrer que l'hématose est ralentie par la présence d'une quantité anormale d'acide carbonique dans l'air, et, par suite, dans le sang; mais, en réalité, le volume d'air inspiré dans l'unité de temps varie. L'animal qui respire un air chargé d'acide carbonique augmente l'amplitude de ses inspirations et parvient à respirer 97 litres d'air à l'heure, chiffre notablement supérieur à la quantité normale, qui est de 71 litres. Il corrige de la sorte une partie de l'influence nuisible de l'acide carbonique.

» Malgré cela, cette influence se fait encore sentir d'une manière bien évidente, ainsi que le montrent les moyennes relatives aux quantités de gaz produites ou consommées dans l'unité de temps. On a en effet, d'après le tableau ci-dessus :

Composition du mélange gazeux inspiré.	Acide carbonique produit en 1 heure.	Oxygène consommé en 1 heure.
	lit	lit
20,8 pour 100 d'oxygène; pas d'acide carbonique......	1,515	1,975
20,8 pour 100 d'oxygène; 12,1 pour 100 d'acide carbon.	0,918	1,008

» Il faut conclure de là que la présence de l'acide carbonique dans l'air inspiré a pour effet de diminuer la quantité d'acide carbonique produit et surtout celle de l'oxygène consommé en une heure, ou, en d'autres termes, que *la présence de l'acide carbonique dans l'air inspiré est un obstacle à l'hématose*.

» J'essayerai de préciser davantage ce résultat et de le généraliser par des expériences de longue durée.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide acétylpersulfocyanique.* Note de M. **P. de Clermont**.

(Commissaires : MM. Fremy, Wurtz, Cahours.)

« Lorsqu'on fait bouillir dans un ballon muni d'un réfrigérant ascendant de l'acide persulfocyanique avec de l'acide acétique anhydre, on voit celui-ci prendre une couleur foncée et dissoudre, au bout de peu de temps, l'acide persulfocyanique. Par le refroidissement, le liquide laisse déposer des

cristaux jaunes, qu'on obtient sous forme de belles aiguilles, en dissolvant dans l'alcool bouillant et en laissant refroidir ensuite. Ce composé est peu soluble dans l'eau, plus soluble dans l'alcool et l'éther, présente une réaction acide faible, et forme avec l'ammoniaque une solution que précipitent les acides en régénérant le corps primitif.

» Les nombres fournis par l'analyse s'accordent avec ceux qu'exige la formule $C^2H(C^2H^3O)Az^2S^3$, qui est celle de l'acide acétylpersulfocyanique.

» Cet acide a été décrit par MM. Neucki et Leppert (1) et obtenu en faisant agir indifféremment l'acide acétique anhydre ou cristallisable sur le sulfocyanure d'ammonium.

» Pour savoir si, suivant qu'on prend pour point de départ dans cette préparation le sulfocyanure ou l'acide persulfocyanique, on a des corps isomériques ou identiques, on en a comparé avec soin les différentes propriétés. L'aspect des cristaux et leur solubilité dans l'eau sont les mêmes. En effet, l'acide acétylpersulfocyanique, préparé avec l'acide persulfocyanique, a fourni les chiffres suivants :

100 parties d'eau à 15° dissolvent 0^p,08 d'acide
» 100 » 0,44 »

» L'acide acétylpersulfocyanique, préparé avec le sulfocyanure d'ammonium et l'acide acétique anhydre, a conduit aux résultats suivants :

100 parties d'eau à 14°,5 dissolvent 0^p,07 d'acide
» 100 » 0,41 »

» L'acide acétylpersulfocyanique, dérivé de l'acide persulfocyanique en solution aqueuse, a précipité le sulfate de cuivre et a donné un dépôt vert-olive, passant au rouge et dont la constitution s'exprime par

$$[(C^2HC^2H^3OAz^2S^3)^2Cu]^2 + CuO,$$

ainsi que l'établit l'analyse.

» La limaille de fer en présence de l'eau et de l'acide acétique à 100 degrés, l'étain divisé et l'acide chlorhydrique ont transformé rapidement le composé soumis à l'étude en urée sulfurée, qu'on a obtenue en cristaux et qu'on a pu caractériser par son action sur l'azotate d'argent, le bichlorure de mercure et le chlorure d'étain.

» Tous ces faits conduisent à admettre l'identité de l'acide obtenu dans

(1) *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft zu Berlin*; t. VI, p. 902; 1873.

la réaction décrite ici avec celui qu'ont fait connaître MM. Neucki et Leppert, et la constitution indiquée par ces chimistes est donc confirmée par la transformation directe de l'acide persulfocyanique en acide acétylpersulfocyanique.

» L'acide persulfocyanique, chauffé en tube scellé avec de l'acide acétique cristallisable, ne s'altère pas lorsqu'on porte la température jusqu'à 140 degrés; au delà de cette température, il s'y dissout et se décompose. Parmi les corps qui se forment, on a constaté la présence du soufre, de l'hydrogène sulfuré et de l'acide sulfocyanique.

» L'acide acétylpersulfocyanique, chauffé à 120 degrés en vase clos avec de l'ammoniaque aqueuse, se détruit, et il se produit des acides sulfhydrique, acétique et sulfocyanique. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur les échanges d'ammoniaque entre l'atmosphère et la terre végétale.* Note de M. **Th. Schlœsing.**

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Les recherches dont j'ai eu l'honneur de présenter quelques résumés à l'Académie ont substitué des notions simples et certaines aux idées vagues que l'on se faisait sur les échanges d'ammoniaque entre l'air et les eaux naturelles. J'essayerai maintenant d'étudier avec la même précision les échanges entre l'atmosphère et la terre végétale.

» Je ne m'arrêterai pas à montrer l'importance du sujet pour la science agricole; on sait qu'il présente d'étroites relations avec des questions de premier ordre, telles que l'entretien de la végétation naturelle, la fertilité des sols, l'origine de l'azote dans les végétaux; et, cependant, il est encore enveloppé d'une obscurité profonde. On ignore si la terre, par son contact permanent avec l'atmosphère, est constituée en perte ou en bénéfice. On pense généralement qu'elle absorbe de l'ammoniaque avec les pluies, les rosées, mais qu'elle en exhale pendant la sécheresse; cette exhalation est, dans l'opinion de plusieurs, l'origine principale de l'ammoniaque aérienne. Quant à la résultante des gains et des pertes, c'est pour tous une inconnue qu'on est tenté de faire positive ou négative selon ses propres vues. Est-on partisan, par exemple, de la fixation de l'azote gazeux par la matière organique du sol, l'inconnue devient négative, la terre exhale de l'ammoniaque; et, cette perte s'ajoutant à d'autres, la théorie qui balance le déficit par une acquisition directe d'azote aérien s'en trouve fortifiée.

» La méthode qui m'a permis de définir les relations de tension ammoniacale entre l'air et l'eau est encore celle que j'emploie pour les terres : je mets de celles-ci un poids connu en rapport avec de l'air dont le titre ammoniacal est déterminé, jusqu'à ce que l'équilibre de tension soit établi; puis je dose l'ammoniaque dans la terre, et j'obtiens le rapport entre les deux titres respectifs. Si la méthode est simple, son application demande un travail considérable; la terre végétale, en effet, présente des conditions expérimentales très-complexes. Il m'a suffi, pour l'eau, de considérer trois cas, l'eau marine, l'eau pure, l'eau glacée; mais, quand il s'agit de la terre végétale, il faut avoir égard à sa constitution chimique, à son état physique, à son humidité, à sa couverture végétale, et introduire, par conséquent, dans les recherches un grand nombre de conditions variables ayant chacune une influence propre sur les phénomènes.

» On comprendra qu'avant d'entreprendre de telles recherches j'aie voulu avoir quelques données sur le sens général des échanges, et savoir s'ils allaient de la terre à l'air, ou de l'air à la terre. A cette fin, j'ai institué des expériences de deux sortes.

» 1° J'ai fait passer de l'air pur à travers 3 hectolitres de terre fertile, d'humidité moyenne, placée dans une cuve en bois; je dosais en même temps l'ammoniaque entraînée. Dans trois expériences, le titre de l'air, après son passage sur la terre, a été bien inférieur au titre minimum observé dans l'atmosphère; donc, *si ces terres avaient été étalées au contact de l'air, elles lui auraient certainement emprunté de l'ammoniaque.*

» 2° J'ai exposé des terres au libre contact de l'air pendant plusieurs semaines; l'analyse, faite avant et après l'exposition, devait accuser une perte ou un gain. Dans cette sorte d'expériences, il faut établir une distinction entre la terre sèche et la terre humide : la première perd absolument la propriété de nitrifier; quand elle absorbe de l'ammoniaque, elle ne la transforme pas; dans la seconde, la double nitrification de l'ammoniaque et de l'azote de la matière organique poursuit son cours, et il faut en tenir compte.

» *Terres sèches.* — Des lots de 50 grammes sont étalés chacun dans le creux d'une assiette ayant justement une surface de 1 décimètre carré. On tasse la terre, on l'humecte pour l'agréger et lui permettre de résister au vent : après quelques heures, les lots sont secs et sont portés dehors, à l'abri de la pluie. De semaine en semaine on dose l'ammoniaque dans un lot.

Terre de Boulogne (limon de la Seine).

	Ammoniaque dans 50gr.
	mg
30 juillet 1875.	0,797
6 août »	0,996
13 » »	1,044
20 » »	1,626
27 » »	1,730
3 sept. »	1,684
10 » »	2,094
17 » »	2,504

Terre de Neauphle-le-Château (non calcaire).

	Ammoniaque dans 50gr.
	mg
1 août 1875.	0,219
9 » »	0,964
16 » »	1,871
23 » »	2,221
30 » »	2,391
6 sept. »	3,011
13 » »	3,591
20 » »	4,141

» Pendant la durée de ces essais, *les terres sèches n'ont pas cessé d'emprunter de l'ammoniaque à l'atmosphère;* à la fin, elles en contenaient à raison de 50 et 83 milligrammes par kilogramme, quantités relativement considérables.

» L'exhalation d'ammoniaque pendant la sécheresse est donc, selon toute probabilité, une erreur : c'est le contraire qui est vrai.

» Le bénéfice a été plus grand pour la terre non calcaire : ainsi, à l'état sec, les terres présentent des différences quant à leur faculté d'absorber l'ammoniaque.

» *Terres humides.* — L'absorption de l'ammoniaque aérienne par une terre sèche préservée de la pluie est nécessairement limitée par l'équilibre de tension; il n'en est plus ainsi pour les terres humides, lorsqu'elles remplissent d'ailleurs les conditions voulues de la nitrification. L'ammoniaque y est incessamment transformée en nitrates; l'équilibre de tension ne peut donc s'établir, et la terre demeure en état d'absorber constamment l'alcali de l'air. L'absorption est alors subordonnée à la rapidité de la nitrification. Le nitre peut d'ailleurs s'accumuler dans une terre sans gêner la continuation des phénomènes.

» Pour donner une idée des emprunts que peut faire à l'air une terre qui nitrifie bien, je citerai deux expériences.

» Je place deux lots d'une même terre dans des conditions identiques, avec cette seule différence que l'un est exposé au libre contact de l'air, l'autre en étant préservé. L'humidité du premier est entretenue par de fréquents arrosages *à l'eau pure.* Après l'expérience, je dose l'ammoniaque et l'acide nitrique dans les deux lots; je convertis par le calcul l'acide en alcali, et je prends la différence entre les deux totaux d'ammoniaque : j'admets qu'elle doit être attribuée au contact de l'atmosphère.

Terre de Boulogne.

	I. Du 19 juin au 4 juillet 1875 (14 jours).		II. Du 30 juillet au 27 août (28 jours).	
	50^{gr} à l'air.	50^{gr} couverts.	50^{gr} à l'air.	50^{gr} couverts.
	mg	mg	mg	mg
Ammoniaque..........	0,775	 0,730	 0,437	 0,363
Acide nitrique $13^{mg},26$ =	4,175	$5^{mg},18$ = 1,630	$17^{mg},4$ = 5,481	$4^{mg},63$ 1,458
	4,950	2,360	5,918	1,821
	Différence + $2^{mg},59$.		Différence + $4^{mg},097$.	

» La surface occupée par les lots était de 1 décimètre carré. Une surface de 1 hectare aurait absorbé :

En 14 jours, d'après I.	$2^{kg},59$ d'amm.,	En 28 jours, d'après II.	$4^{kg},097$ d'amm.
En un an..........	63 »	....	53 »

» En résumé, ces expériences préliminaires indiquaient nettement qu'en général la terre végétale emprunte de l'ammoniaque à l'atmosphère; l'étude approfondie de ces emprunts était justifiée par leur importance. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur l'oscillation de la mi-novembre, observée à Nijni-Novgorod;* par M. V. BOBYNINE (1).

(Renvoi à l'examen de M. Ch. Sainte-Claire Deville.)

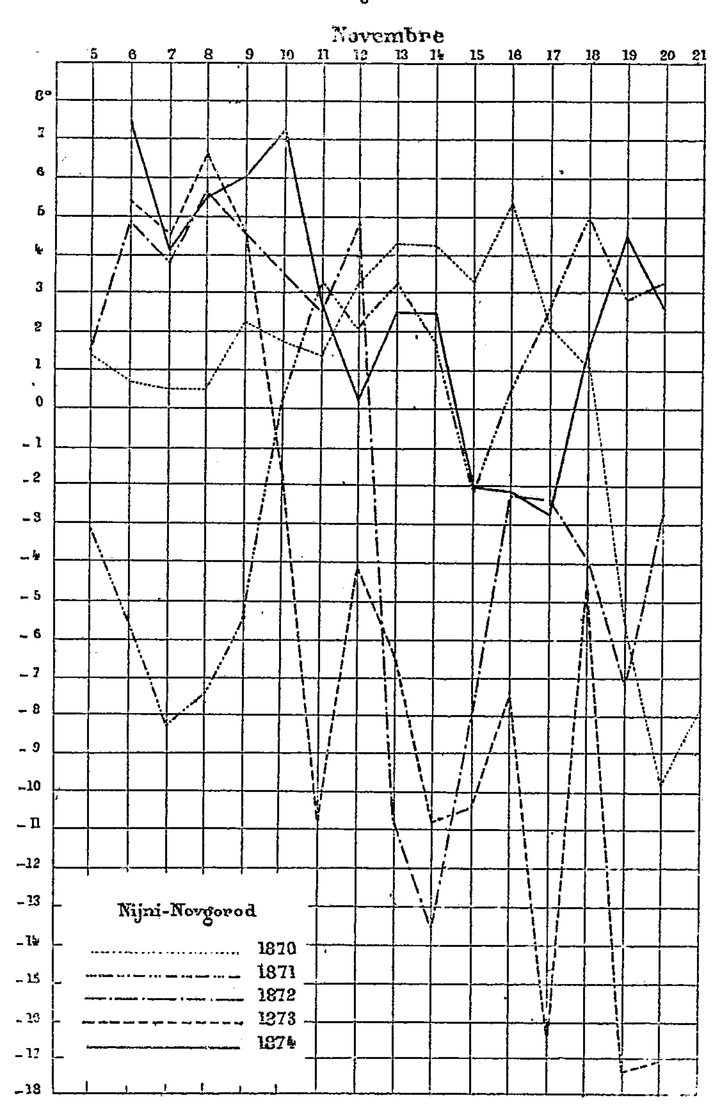
« En l'absence des observations publiées des stations météorologiques russes pour l'an 1874, M. Charles Sainte-Claire-Deville ne pouvait pas constater l'oscillation de mi-novembre pour l'an 1874 dans l'hémisphère boréal avec la même généralité qu'il l'a fait pour l'an 1873 (2). Les stations de l'Europe orientale et de l'Asie septentrionale n'entraient pas dans ses discussions. J'ai l'honneur de soumettre à l'Académie les résultats des observations faites à Nijni-Novgorod en 1874, et depuis 1870 jusqu'à 1874.

(1) La Note de M. V. Bobynine, professeur de Mathématiques au gymnase militaire de Nijni-Novgorod, présentée à la séance du 1er mai et renvoyée à mon examen, me paraît mériter d'être insérée aux *Comptes rendus*. Seulement, pour la rendre intelligible, j'ai dû faire graver les deux diagrammes qu'elle contenait. J'ai même ajouté au second de ces diagrammes la courbe de l'oscillation diurne de la mi-novembre 1874, observée à Zi-ka-wei, près de Shanghaï, par le P. Le Lec. Cette addition fournit un nouveau terme de comparaison. Nijni-Novgorod est situé par 56°20′ latitude nord et 44°0′ longitude est de Greenwich. (Note de M. Charles Sainte-Claire-Deville.)

(2) *Comptes rendus*, t. LXXXII, p. 540; 1876.

Le diagramme (*fig.* 1) présente les températures moyennes diurnes du 5 au 20 novembre, observées à Nijni-Novgorod depuis 1870 jusqu'à 1874.

Fig. 1.



Le diagramme (*fig.* 2) présente les températures moyennes diurnes du 5 au 20 novembre, observées en 1874, et la courbe moyenne des mêmes températures depuis 1870 jusqu'à 1874. La courbe moyenne donne le minimum sur le 15 et le maximum sur le 18. Le relèvement du 16 la rend

semblable à la courbe moyenne de Perpignan, qui présente le même relèvement du 14, quoique exprimé d'une manière moins considérable. Les minima de ces deux courbes, qui tombent sur le 15, appellent aussi l'attention. La courbe, qui présente l'oscillation de la mi-novembre en 1874 pour Nijni-Novgorod, se divise en quatre portions distinctes : la première,

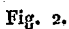
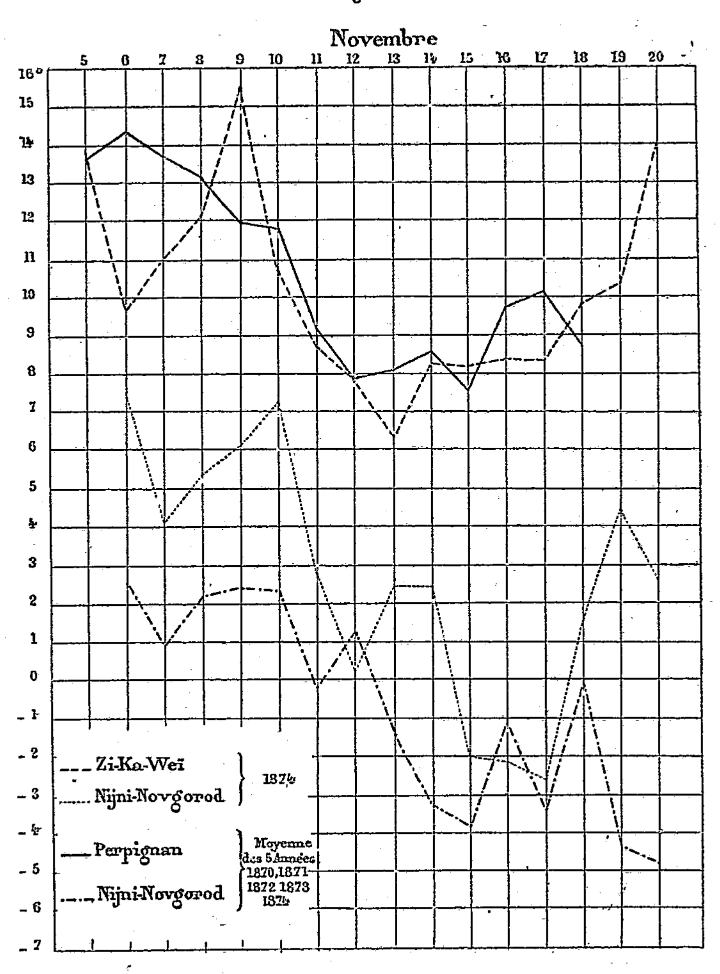


Fig. 2.



offrant une oscillation du 6 au 10; la seconde, offrant une oscillation du 10 au 13; la troisième, qui représente la grande oscillation de novembre du 13 au 19. Les minima de la grande oscillation tombent sur les 15, 16 et 17, et par conséquent ils sont en retard de deux à trois jours en comparaison des minima correspondants de l'Amérique, de Paris et du midi de

la France (1), qui tombent sur les 12, 13, 14 et 15. La température diurne est descendue de + 7°,4 à — 2°,7 du 6 au 17, pendant qu'en France elle est descendue de 14°,2 à 5°,3 du 5 au 14. »

MINÉRALOGIE. — *Sur l'existence du mercure à l'état de minerai dans le département de l'Hérault.* Note de M. N. THOMAS.

(Commissaires : MM. Dumas, Daubrée.)

« Après vingt-sept années de recherches effectuées à de longs intervalles, j'ai constaté l'existence de sources intermittentes de mercure à l'état natif, que j'ai vu couler avec abondance dans les détritus provenant de la montagne appelée *bois de Cazilhac,* dans le canton de Ganges (Hérault), sur les versants des deux rives droites de la rivière de la Vis en amont, et du fleuve l'Hérault en aval.

» Aux points où l'on trouve du mercure, on rencontre en même temps un lichen, dont j'adresse un spécimen.

» J'ai découvert également la présence assez fréquente du mercure (2) dans les détritus d'une montagne aride faisant partie de la chaîne des Séranes, commune de Saint-Jean-de-Buége, canton de Saint-Martin-de-Londres (Hérault), sur les versants de la rive droite de la Foux, qui prend sa source à la base de ladite montagne; le rocher du Midi domine la montagne entre le mas Montel et Saint-Jean-de-Buége. »

ZOOLOGIE. — *Sur les propriétés des huîtres dites portugaises.* Note de M. CHAMPOUILLON.

(Commissaires : MM. de Quatrefages, Pasteur, de Lacaze-Duthiers.)

« Depuis deux ans, une variété d'huîtres originaires du Portugal, c'est-à-dire de la baie de Lisbonne et de l'embouchure du Tage, est livrée à la consommation publique. Ces huîtres se distinguent des autres espèces par leur coquille en forme de griffe : l'intérieur de cette coquille est blanc, sauf au talon où se trouve un petit point noir caractéristique; le manteau du Mollusque est bordé d'une frange de teinte foncée.

L'huître portugaise, généralement petite, est d'un vert glauque, sa chair

---

(1) *Comptes rendus,* t. LXXX, p. 939, 1875, et t. LXXXII, p. 540, 1876.

(2) Sur une étendue de 4 kilomètres environ.

est presque transparente ; à l'état sauvage, elle n'est point comestible tant par sa maigreur que par sa saveur peu agréable. Vers la fin de l'hiver, après la saison des pluies, elle prend du volume, elle devient d'un blanc laiteux, son foie se gonfle et le manteau n'est plus indiqué que par un liséré noir. Cet état dure peu, il ne fait que précéder la formation du naissain, lequel ne tarde point à être expulsé, et après cette ponte, d'une abondance excessive, l'huître reprend sa teinte glauque et sa maigreur habituelles.

» La fécondité de l'huître portugaise est telle qu'il se forme, de Lisbonne à la pointe de Cacilhas, des bancs agglomérés qui occupent une étendue de 50 kilomètres environ. Ces bancs, autrefois délaissés, sont aujourd'hui en pleine exploitation. Les huîtres qu'on en détache sont mises à l'engrais, en France et en Angleterre, dans des parcs où elles perdent leur goût de sauvage, mais en conservant leur forme griffée et leur manteau noir.

» Il est très-digne de remarque que l'huître portugaise ne devient féconde et que son naissain ne prospère que sous une certaine latitude et dans un milieu spécial. Sortie des eaux chaudes du Portugal ou du midi de la France, elle cesse de se reproduire dans les régions du Nord, telles que les côtes de la Normandie, de la Belgique ou des îles Britanniques.

» Soumis à l'analyse, 1 kilogramme d'huîtres portugaises extraites de leurs coquilles donne 760 grammes d'eau, une matière colorante, légèrement violacée et qui semble provenir du foie, 0,039 d'iode, 0,052 de brome.

» Les huîtres récoltées sur les côtes d'Angleterre et analysées par les mêmes procédés se montrent infiniment moins riches en brome et en iode que celles de Portugal. Celles-ci, en raison de leur composition spéciale, constituent un aliment précieux et théoriquement propre à prévenir la scrofule, les engorgements ganglionnaires, le rachitisme et peut-être aussi la phthisie. Les propriétés spéciales des huîtres portugaises méritent d'attirer l'attention des hygiénistes. »

M. A. Constanz adresse, pour le Concours du prix de Statistique (fondation Montyon), un Mémoire manuscrit ayant pour titre : « Des rapports qui existent entre l'accroissement de la consommation des boissons alcooliques depuis le commencement du siècle jusqu'à nos jours (1800-1875), et les changements survenus dans la *natalité*, la *mortalité*, la durée de la *vie*

moyenne, la *criminalité*, les *maladies mentales*, les *suicides*, les *exemptions du service militaire* pour faiblesse de constitution, infirmités ou défaut de taille, dans la ville de Douai. »

(Renvoi à la Commission.)

M. **Cazenave de la Roche** adresse, pour le Concours des prix de Médecine et Chirurgie (fondation Montyon), un Mémoire manuscrit intitulé : « De la création des *Sanatoria* dans les Pyrénées. »

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et Chirurgie.)

M. **A. Alison** adresse un Mémoire sur l'étude physiologique de l'*Amanita muscaria* ou fausse oronge. Un extrait de ce Mémoire a été inséré dans le compte rendu d'une séance précédente (1).

(Commissaires : MM. Cl. Bernard, Sedillot, Gosselin.)

MM. **A. Costa**, **V. Ganzin**, **Gibert**, **Haunat**, **L. Holtz**, **Rhode-Laroche**, **G. Tambon**, **J. Seguin** adressent des Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. **Ch. Pigeon** adresse un Mémoire ayant pour objet l'étude de la leucocytose.

(Renvoi à la Section de Médecine.)

CORRESPONDANCE.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'acide iodhydrique sur la quercite.* Note de M. **L. Prunier**, présentée par M. Berthelot.

« L'emploi de l'acide iodhydrique, comme agent réducteur, a servi à MM. Berthelot et de Luca (2), qui ont employé, les premiers, les composés

(1) *Comptes rendus*, 20 mars 1876.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 1857. Les auteurs ont employé l'iodure de phosphore équivalent à l'acide iodhydrique, selon leur remarque formelle. M. Berthelot a également mis en œuvre, dès cette époque, l'iodure de potassium et l'acide iodhydrique lui-même.

iodés dans ce genre d'action à changer la glycérine en éther allyliodhydrique et en propylène, puis à MM. Erlenmeyer et Wanklyn à transformer la mannite (1) et la dulcite (2) en éther isohexyliodhydrique. M. de Luynes est passé de la même manière de l'érythrite à l'alcool butylique (3).

» Ces réactions ont servi à définir la formule de ces différents corps et à dévoiler leur constitution.

» J'ai cherché à effectuer sur la quercite une opération du même genre, en me plaçant d'abord dans les conditions indiquées par les auteurs qui se sont occupés de recherches analogues, M. Bouchardat notamment (4).

» 10 grammes de quercite, pulvérisés aussi finement que possible, ont été distillés rapidement avec 400 grammes (200 centimètres cubes) d'acide iodhydrique saturé à zéro.

» Quand on neutralise le liquide recueilli dans le récipient afin de rechercher l'éther iodhydrique formé, c'est à peine si l'on en peut réunir des traces. Toutefois, en agitant ce liquide neutralisé avec de l'éther ordinaire, j'ai obtenu, après la séparation de l'éther, une quantité relativement faible d'un produit qui a été soumis à la distillation fractionnée. Le thermomètre monte très-vite à 110 degrés environ, puis sa marche se ralentit vers 120 degrés. En continuant à chauffer, la température s'élève jusque vers 150-160 degrés. A ce moment la décomposition se prononce, les vapeurs d'iode apparaissent, et à 170 degrés il ne passe plus rien.

» En opérant dans ces conditions, le rendement ne s'élève pas à la moitié du poids de quercite employé, une portion considérable demeurant inaltérée. Les appareils ont été alors modifiés de façon à faire passer les produits de la réaction dans les récipients soigneusement refroidis et à prolonger la réaction elle-même. De cette manière, j'ai obtenu un liquide que la distillation fractionnée a réparti en trois portions :

» 1° Une petite quantité de produit volatil entre 60 et 70 degrés;

» 2° *Benzine :* c'est le produit principal;

» 3° Éthers iodhydriques divers, bouillant entre 110 et 160 degrés (petite quantité).

» Je reviendrai sur les premiers et les derniers produits. D'ailleurs, je n'ai pas recueilli de gaz permanents en quantité notable.

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LXV, p. 364; 1861.
(2) *Journal für pracktische Chemie*, t. LXXXVII, p. 294; 1863.
(3) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. II, p. 385; 1864.
(4) G. Bouchardat, *Thèse de la Faculté des Sciences : Sur la dulcite*, p. 89; 1872.

» La présence de la benzine a été mise hors de doute de la manière suivante :

» 1° Le carbure cristallise dans la glace fondante. Cette solidification a été effectuée intégralement sur deux échantillons provenant de deux opérations différentes.

» 2° Le point d'ébullition est situé entre 80 et 81 degrés.

» 3° L'acide nitrique fumant dissout le carbure sans laisser de résidu appréciable, et, par l'addition de l'eau, la nitrobenzine se précipite incolore avec production d'odeur de mirbane.

» 4° Enfin, par l'acide acétique et le fer, ce produit a été transformé en aniline de la manière la plus nette.

» Cette formation de la benzine, $C^{12}H^{6}$, en grande quantité par la réduction d'une matière sucrée, telle que la quercite, $C^{12}H^{12}O^{10}$, qui contient la même proportion de carbone, me semble digne d'intérêt par les relations nouvelles qu'elle tend à établir entre la série grasse et la série aromatique.

» Il est bon d'ajouter que, parmi les produits incomplétement réduits qui restent dans la solution d'acide iodhydrique, produits dont l'étude n'est pas encore terminée, j'ai pu rencontrer des indices qui me portent à admettre dès à présent la formation du phénol $C^{12}H^{6}O^{2}$, de l'oxyphénol et probablement de l'hydroquinone, son isomère. Ces derniers corps $C^{12}H^{6}O^{4}$ ne diffèrent de la quercite que par les éléments de l'eau. En effet,

$$C^{12}H^{12}O^{10} = C^{12}H^{6}O^{4} + 3H^{2}O^{2}.$$

Il y a là l'indication d'une constitution toute spéciale qui rattacherait la quercite à la série aromatique, à peu près comme l'acide quinique $C^{14}H^{12}O^{12}$ (acide quercitoformique?) et comme l'hexachlorure de benzine.

» Je poursuis cette étude ainsi que celle des dérivés de la quercite. Je suis occupé de l'examen des dérivés de la quercite depuis près de deux ans. La préparation de cette matière en grande quantité (j'en possède actuellement près de 1 kilogramme) m'a arrêté longtemps. Cependant, j'ai annoncé, dès le 6 juillet 1875 (1), divers résultats relatifs aux dérivés acétiques entre autres et analogues à ceux que M. Homann a pu-

---

(1) *Répertoire de Pharmacie*, t. III (nouvelle série), p. 366. Voir aussi tome IV, p. 180-181 (compte rendu annuel).

bliés (1) quelque temps après dans le *Journal de la Société chimique de Berlin.*

» Ces expériences ont été faites au laboratoire de M. Berthelot. »

ANALYSE CHIMIQUE. — *Analyse du platine natif magnétique de Nischne-Tagilsk (Oural).* Note de M. **Terreil**, présentée par M. Daubrée.

« Un échantillon de platine magnétique de Nischne-Tagilsk a donné à l'analyse la composition suivante :

Platine avec traces d'iridium		81,02
Osmiure d'iridium et métaux du platine insolubles dans l'eau régale		3,33
Argent		traces
Cuivre		3,14
Fer		8,18
Nickel		0,75
Fer chromé	Cr^2O^3... 1,75	3,13
	FeO.... 1,01	
	Al^2O^3... 0,37	
Silice		0,13
Alumine, magnésie et fer à l'état de silicates		traces
		99,68

» Le platine magnétique traité par l'eau régale laisse un résidu insoluble composé d'osmiure d'iridium, de fer chromé et d'un silicate. Ce silicate a été séparé du résidu par une attaque à la potasse fondue, qui laisse intacts l'osmiure d'iridium et le fer chromé : une dernière attaque du résidu par un mélange de nitre et de potasse a servi à séparer et à doser les éléments du fer chromé.

» La présence du nickel dans les minerais de platine n'a pas encore été signalée, et la proportion relativement considérable qui se trouve dans le platine magnétique de Nischne-Tagilsk est un fait intéressant. »

M. **Daubrée**, en présentant la Note de M. Terreil, ajoute les observations suivantes, relativement à la *présence du nickel dans le platine natif :*

« Il est digne de remarque que les météorites présentent plusieurs traits de ressemblance avec le platine natif, bien que ce métal, non plus que ceux qui l'accompagnent, et aucun des métaux dits *précieux*, n'aient jamais

(1) *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, t. VIII, p. 1039.

été rencontrés, au moins jusqu'à présent, dans les corps d'origine extra-terrestre qui sont arrivés sur notre globe. Telle est, dans les uns et dans les autres, la présence du fer natif et celle du fer chromé qui y abonde, dans la contrée de Nischne-Tagilsk (1).

» Depuis que j'ai signalé ces analogies, j'ai constaté un autre rapprochement par la roche à péridot, dans laquelle le platine a été récemment trouvé à Nischne-Tagilsk (2).

» Dans la supposition que la similitude pouvait être complétée par la présence du nickel, j'ai prié M. Terreil de vouloir bien faire la recherche spéciale de ce métal dans deux échantillons de platine natif ferrifère et magnétique. Le nickel, dont la présence n'avait pas encore été annoncée dans le platine natif, a été trouvé, en effet, dans chacune de ces deux pépites. Pour la seconde, qui a été l'objet d'une analyse complète, la proportion du nickel au fer est de 1 à 11, c'est-à-dire aussi élevée que dans beaucoup de fers météoriques.

» Ainsi du fer nickelé, mélangé de fer chromé, semblable à celui des météorites, entre dans le mélange si complexe qui constitue le platine natif de l'Oural. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Anatomie du cœur des Crustacés.* Note de M. **J. Dogiel**, présentée par M. Cl. Bernard.

« Dans le but de jeter autant que possible un nouveau jour sur la cause principale qui produit les contractions rhythmiques du cœur chez l'homme et chez les animaux vertébrés, j'ai entrepris une série d'expériences, afin d'étudier l'anatomie et la physiologie du cœur de différents animaux. J'ai commencé mes recherches sur le cœur de la larve du *Corethra plumicornis;* les résultats en ont été communiqués à l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg (3). Voici les faits que j'ai signalés dans cette Communication : 1° la présence des cellules nerveuses apolaires, qui sont en rapport avec les ailes du cœur de la larve du *Corethra plumicornis* ; 2° la modification des contractions rhythmiques du cœur soumis à différentes conditions, telles que l'arrêt du cœur pendant la diastole ou la systole; le ralentissement ou

(1) *Annales des Mines*, t. XIII, 6e série, p. 62; 1868.

(2) *Comptes rendus*, t. LXXX, p. 713; 1875.

(3) *Anatomie und Physiologie des Herzens der Larve von* Corethra plumicornis. (*Bulletin de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg.*)

l'accélération des battements du cœur; le changement du rhythme; 3° l'absence chez cette larve d'une circulation du sang telle qu'on la rencontre chez les vertébrés; 4° la description la plus exacte et la plus détaillée des valvules du cœur et du cœur même de cette larve; enfin le lien qui existe entre ces valvules et les ailes du cœur.

» Depuis lors, j'ai procédé à l'examen du cœur de quelques Crustacés : de la Langouste, du Homard, de l'Écrevisse, du Crabe, etc.; j'ai commencé mes expériences en France, au bord de la mer, plus tard je les ai continuées au laboratoire du Collége de France, où M. le professeur Ranvier, si connu par ses excellents travaux histologiques, a bien voulu témoigner un intérêt aussi sincère qu'amical à mes recherches.

» En exposant mes expériences sur le cœur des Crustacés, j'ai tâché d'éviter les hypothèses; je n'ai eu en vue que d'approfondir des faits anatomiques et physiologiques qui puissent à l'avenir servir de base solide à une idée purement scientifique sur la cause la plus probable de la contraction rhythmique chez l'Homme et chez les Vertébrés, cause qui a été si différemment commentée et n'en reste pas moins encore à peu près problématique.

» Les muscles du cœur de la Langouste, du Homard, de l'Écrevisse et du Crabe ne ressemblent pas à ceux du cœur des animaux vertébrés par leur structure. Sous l'influence de la potasse caustique (à 40 pour 100) ou de l'alcool dilué (1 : 3) ou bien d'une très-faible solution d'acide chromique, etc., ces muscles ne se décomposent pas en cellules musculaires isolées, semblables à celles du cœur de la Grenouille, de la Tortue, du Lapin, du Chien et de l'Homme, soumis aux mêmes réactifs. Les muscles du cœur de la Langouste se divisent facilement en faisceaux, entourés par du tissu conjonctif, comme les faisceaux musculaires du corps, et ils ont la même structure que ces derniers.

» Outre le tissu musculaire, il entre dans la structure du cœur de quelques Crustacés du tissu conjonctif qui se montre à la surface intérieure et extérieure du cœur. A la surface extérieure de celui-ci, le tissu conjonctif se transforme en filaments fins ou en faisceaux triangulaires, dont les extrémités les plus larges se trouvent près des orifices ordinairement appelés les *valvules du cœur*. Ces fibres sont de différentes grosseurs, prenant naissance sur toute la surface du cœur, elles se dispersent dans diverses directions et maintiennent le cœur dans une position à peu près fixe; elles sont en partie attachées à la membrane qu'on avait nommée jusqu'à présent le *péricarde*, et en partie (sur la face dorsale) au tégument. Elles ne contiennent pas de

tissu musculaire (1), comme plusieurs expérimentateurs l'avaient supposé; par conséquent on peut les appeler plutôt des *ligaments du cœur*, puisqu'elles sont composées uniquement de tissu conjonctif.

» Je démontrerai plus tard que ces ligaments du cœur ne jouent pas, dans ses fonctions, le rôle physiologique direct qui leur avait été attribué jusqu'à présent.

» On sait que le cœur de la Langouste a trois paires d'orifices garnis, selon M. Milne Edwards (2), de valvules bilabiées. En réalité, ce ne sont pas des valvules proprement dites, mais des sphincters, ce dont on peut facilement s'assurer en les examinant au microscope. Les faisceaux musculaires passent tout près du bord libre de chaque côté de l'orifice, en se croisant de façon que celui-ci disparaisse complétement pendant la contraction des muscles et reste ouvert pendant leur relâchement. L'orifice qui se trouve à la naissance du vaisseau qu'on nomme l'*artère sternale* est effectivement garni de valvules qui ne permettent plus au fluide introduit dans ce vaisseau de retourner au cœur. On peut aisément s'assurer de ce fait soit en examinant attentivement l'orifice à l'œil nu, soit en injectant l'artère abdominale supérieure par une masse à la gélatine qui ne pénètre pas dans le cœur.

» Selon l'opinion de presque tous les savants qui ont étudié la circulation du sang des Crustacés, le cœur serait entouré de tous côtés par une membrane particulière, généralement nommée *péricarde;* je ne veux pas analyser ici la vérité de cette assertion, je me contenterai de dire que la membrane qui sépare le cœur du foie, de l'appareil digestif et des organes génitaux d'une Langouste est beaucoup plus compliquée et plus importante qu'on ne l'avait supposé jusqu'à présent, autant par sa structure que par le rôle qu'elle joue dans le mouvement du cœur. Ce n'est que dans ces derniers temps que Brocchi (3), en parlant des organes génitaux des Crustacés, mentionne, en passant seulement, la structure de cette membrane où il dit avoir vu des fibres musculaires.

» De mon côté, je puis certifier qu'il s'y trouve une quantité notable de faisceaux musculaires qui se partagent en rayons, du centre de la membrane à sa périphérie, et c'est à cette périphérie qu'on en trouve le plus à

---

(1) Milne Edwards, *Leçons sur la Physiologie et l'Anatomie comparée.*

(2) Milne Edwards, *Leçons sur la Physiologie*, etc.

(3) *Recherches sur les organes génitaux mâles des Crustacés décapodes*, par M. Brocchi. (*Annales des Sciences naturelles*, 6e série, t. II, no 3-6, p. 8.)

l'endroit où elle se dirige de haut en bas et sur les côtés du corps, en entourant le foie, l'appareil digestif et les organes génitaux. Mais au centre de cette membrane, c'est-à-dire dans la partie qui se trouve sous le cœur même, il n'existe pas de fibres musculaires. Quant aux ligaments du cœur qui viennent d'être décrits, ils se terminent aussi dans la membrane péricardique.

» Outre les faisceaux musculaires et le tissu conjonctif, la membrane contient encore quelques vaisseaux qu'on peut facilement injecter par l'artère abdominale supérieure; il est évident qu'elle se trouve aussi en rapport avec les nerfs. On peut constater ce fait en examinant les nerfs qui vont aux muscles (*m. extensor caudæ*) de la queue. En avant de la région où l'artère sternale est embrassée par les deux portions de communication qui réunissent les ganglions nerveux, on peut voir le filet nerveux qui prend naissance au ganglion nerveux se diriger en haut et en dehors, et arriver au tournant de la membrane péricardique, lui distribuer des rameaux.

» Je renvoie à une prochaine Communication l'exposé de mes recherches sur les mouvements du cœur. »

M. Emm. Liais adresse, par l'entremise de M. le général Morin, une Note sur des astéroïdes observés de jour à l'Observatoire impérial de Rio-de-Janeiro.

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 24 avril 1876.

(suite.)

De la marne et du marnage; par le Dr Ch. Brame. Tours, imp. Mazereau, sans date; br. in-18.

Conférences de Bourgueil (1874). *La litière-fumier; par* le Dr Ch. Brame. Tours, imp. Ladevèze, 1874; br. in-8°.

Recherches sur les végétaux fossiles de Meximieux; par le comte G. de Sa-

PORTA et le Dr A.-F. MARION, précédées d'une *Introduction stratigraphique* par A. FALSAN. Lyon, Genève, Bâle, H. Georg, 1876; in-4°.

Du traitement de l'obésité aux eaux de Brides (Savoie); par E. PHILBERT. Paris, A. Delahaye, 1876; br. in-8°.

Instructions pour la culture de la truffe; par J. VALSERRES. Paris, A. Sagnier et Bouchard-Huzard, 1876; br. in-8°.

Le coup de sirocco du 1er septembre 1874; par M. A. PICHE. Pau, imp. Veronese, 1876; br. in-8°.

Official copy quarterly weather Report of the meteorological Office; part. II, april-june 1874. London, 1876; in-4°.

Proceedings of the scientific meetings of the zoological Society of London for the year 1875; part. IV, april. London, 1876; in-8°.

Transactions of the zoological Society of London; vol. IX, part. 5, 6, 7. London, 1876; 3 liv. in-4°.

Memorie della Società degli spettroscopisti italiani, raccolte e pubblicate per cura del prof. P. TACCHINI; janvier à mars 1876. Palermo, stabil. tipog. Lao, 1876; in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 1er MAI 1876.

Histoire naturelle des oiseaux-mouches ou colibris constituant la famille des Trochilidés; par E. MULSANT et feu E. VERREAUX; t. II, 3e liv. Lyon, au Bureau de la Société Linnéenne, 1876; in-4°.

La parole rendue aux sourds-muets et l'enseignement des sourds-muets par la parole; par A. HOUDIN. Paris, Asselin, 1865; 1 vol. in-8°.

L'enseignement des sourds-muets, en 1874. L'enseignement mimique et celui de la parole articulée, etc.; par A. HOUDIN. Paris, Douniol, 1874; in-8°.

De la surdi-mutité; par A. HOUDIN. Paris. Labé, 1855; in-8°.

Un concert vocal de sourds-muets, etc.; par A. HOUDIN. Paris, librairie moderne, 1875; in-12.

Revue de Géologie; par MM. DELESSE et de LAPPARENT; t. XIII. (Partie insérée dans les *Annales des Mines.*) Paris, 1876; in-8°.

Mémoires couronnés et autres Mémoires publiés par l'Académie royale de Médecine de Belgique; collection in-8°, t. III, 4e fascicule. Bruxelles, H. Manceaux, 1876; in-8°.

Société académique des Sciences, Arts, Belles-Lettres, Agriculture et Indus-

trie de Saint-Quentin; troisième série, t. XIII, travaux de juillet 1874 à juillet 1875. Saint-Quentin, typog. Poette, 1876; in-8°.

L'Algérie. Agriculture, Industrie, Commerce; par M. C. GUY. Alger, Chéniaux-Franville, 1876; in-8°. (Renvoyé au concours de Statistique 1876.)

Traité pratique des maladies du larynx précédé d'un traité complet de laryngoscopie; par le Dr Ch. FAUVEL. Paris, A. Delahaye, 1876; in-8°. (Présenté au concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1876.)

Atlas d'ophthalmoscopie médicale et de cérébroscopie, etc.; par E. BOUCHUT. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1876; in-4°. (Présenté par l'auteur au concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1876.)

L'enseignement scientifique et médical de l'État et l'organisation des Universités catholiques; par le Dr DE MARMIESSE. Paris, V. Palmé, 1876; in-8°.

Étude sur les courants aériens; par M. DE TASTES. Limoges, typog. Ardant, sans date; in-8°.

Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles, publiées par la Société hollandaise des Sciences à Harlem et rédigées par E.-H. VON BAUMHAUER; t. X, liv. 4, 5; t. XI, liv. 1.

Note sur une sécrétion propre aux Coléoptères dytiscides; par F. PLATEAU. Bruxelles, imp. Brogniez et van de Weghe, sans date; br. in-8°.

Archives du Musée Teyler; vol. IV, fascicule 1er. Harlem, les Héritiers Loosjes; Paris, Gauthier-Villars, 1876; grand in-8°.

Annales Academici CIƆIƆCCCLXXI-CIƆIƆCCCLXXII. Lugduni Batavorum, typog. Drabbe, 1875; in-4°.

Annalen der Sternwarte in Leiden, herausgegeben von Dr H.-G. VAN DE SANDE BAKHUYZEN, vierter Band, Haag, M. Nijhoff, 1875; in-4°.

Zur speciesfrage, von H. Hoffmann, Haarlem, de erven Loosjes, 1875; in-4°.

Verhandelingen rakende de natuurlijke en geopenbaarde Godsdienst uitgegeven door Teylers godgeleerd Genootschap; nieuwe serie, vierde deel, te Haarlem, bij de Erven. F. Bohn, 1876; in-8°.

Natuurkundig tijdschrift voor nederlandsch Indië, uitgegeven door de Koninklijke natuurkundige vereeniging in nederlansch; Indië deel XXXIV, zevende serie, deel IV. Batavia, Ernst, 1874; in-8°.

(A suivre.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 MAI 1876.

PRÉSIDENCE DE M. LE VICE-AMIRAL PÂRIS.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse l'ampliation du décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. *de Baer* à la place d'Associé étranger, devenue vacante par suite du décès de M. *Wheatstone*.

M. **Resal**, que l'Académie avait délégué pour la représenter au cinquantième anniversaire de la fondation de la Société industrielle de Mulhouse, prend la parole en ces termes :

« La Société industrielle de Mulhouse a célébré le 11 mai, avec une grande solennité, le cinquantième anniversaire de sa fondation.

» Elle a été très-sensible au témoignage de sympathie que lui a donné l'Académie en se faisant représenter par un de ses membres à cette solennité.

» La grande Société alsacienne m'a chargé d'être son interprète près de l'Académie des Sciences de l'Institut de France pour lui exprimer ses sentiments de gratitude. »

ASTRONOMIE. — *Observations méridiennes des petites planètes, faites à l'Observatoire de Greenwich (transmises par l'Astronome royal, M.* G.-B. Airy), *et à l'Observatoire de Paris, pendant le premier trimestre de l'année* 1876, communiquées par M. **Le Verrier**.

Dates. 1876.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphéméride.	Distance polaire.	Correction de l'éphéméride.	Lieu de l'observation.
			(69) Hespéria.			
	h m s	h m s	s	° ′ ″	″	
Janv. 5	12.15.50	7. 6.12,76	+ 0,13	81.18.26,9	— 0,8	Greenwich.
20	10.55.17	6.53.55,99	+ 0,16	80.35. 5,5	+ 2,1	Paris.
24	10.36.45	6.51. 6,93		80.19. 6,2		Paris.
25	10.32.10	6.50.27,65		80.14.53,4		Paris.
			(89) Julia.			
Janv. 15	10.32.39	6.11.31,58	— 5,89	53.27.10,6	— 67,3	Paris.
			(10) Hygie.			
Janv. 20	11.18. 6	7.16.48,26	+13,57	68.18. 8,5	+ 89,9	Paris.
			(121) Hermione (*).			
Janv. 24	11.26. 5	7.40.35,57	—40,73	61.57.51,5	— 30,5	Paris.
25	11.21.22	7.39.48,34	—40,47	61.55.26,0	— 25,8	Paris.
			(43) Ariane.			
Janv. 24	11.50.46	8. 5.20,25	— 0,59	73. 9. 5,4	— 2,1	Paris.
25	11.45.42	8. 4.11,66	— 0,41	73. 6.35,5	— 2,2	Paris.
			(40) Harmonia.			
Janv. 24	12.55.29	9.10.13,54	+ 1,31	69. 8.27,3	+ 0,5	Paris.
25	12.50.32	9. 9.11,81	+ 1,41	69. 1.53,6	+ 1,4	Paris.
29	12.39.53	9. 4.57,60	+ 1,18	68.35.55,5	+ 0,2	Greenwich.
Fév. 2	12.19.51	9. 0.38,47	+ 0,99	68.11. 6,7	+ 2,9	Greenwich.
11	11.25.40	8.51. 7,98	+ 1,37	67.21.27,7	+ 1,1	Paris.
14	11.10.54	8.48. 9,31	+ 1,34	67. 7.20,7	+ 0,3	Paris.
15	11. 6. 1	8.47.11,79	+ 1,33	67. 2.57,1	+ 0,4	Paris.
22	10.32.23	8.41. 4,85		66.36.45,6		Paris.
23	10.27.41	8.40.18,20		66.33.41,2		Paris.
			(11) Parthénope.			
Janv. 29	12.49.47	9.14.52,82	+ 4,00	72.54.33,5	+ 1,3	Greenwich.
Fév. 2	12.30.12	9.11. 1,06	+ 4,11	72.30.36,4	+ 5,2	Greenwich.
9	11.46.35	9. 4.13,24	+ 4,65	71.49.38,3	— 0,8	Paris.
10	11.41.41	9. 3.15,39	+ 4,42	71.44. 1,2	+ 0,2	Paris.
11	11.36.48	9. 2.18,26	+ 4,49	71.38.28,0	+ 0,9	Paris.

(*) Comparaison avec la Circulaire n° 38 du *Berliner Jahrbuch*.

Dates. 1876.		Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphéméride.	Distance polaire.	Correction de l'éphéméride.	Lieu de l'observation.
		h m s	h m s	s	° ′ ″	″	
Fév.	14	11.22.12	8.59.29,55	+ 4,37	71.22.13,6	+ 1,1	Paris.
	15	11.17.22	8.58.34,57	+ 4,35	71.16.59,8	+ 2,2	Paris.
	22	10.43.50	8.52.33,32		70.42.57,0		Paris.
	23	10.39. 7	8.51.45,88				Paris.
			(51) Némausa.				
Fév.	9	12.14.38	9.32.20,71	+ 1,95	85.45.35,2	— 23,6	Paris.
	11	12. 4.59	9.30.33,46	+ 1,72	85.27.25,2	— 22,9	Paris.
	14	11.50.31	9.27.53,27	+ 1,73	84.59. 9,7	— 24,2	Paris.
	15	11.45.43	9.27. 0,21	+ 1,67	84.49.31,2	— 24,7	Paris.
	22	11.12.16	9.21. 3,51	+ 1,78	83.40. 1,5	— 27,7	Paris.
	23	11. 7.32	9.20.15,55	+ 1,80	83.29.55,5	— 29,1	Paris.
			(91) Egine.				
Fév.	11	11.16.11	8.41.37,39	—13,91	68.35.28,3	— 56,8	Paris.
	14	11. 1.46	8.38.59,94	—13,79	68.29. 0,3	— 53,1	Paris.
	15	10.57. 0	8.38. 9,78	—13,67	68.27. 2,2	— 54,3	Paris.
	22	10.24.16	8.32.55,91		68.16.46,1		Paris.
	23	10.19.41	8.32.17,00		68.15.51,9		Paris.
			(83) Béatrix.				
Fév.	11	12.25.13	9.50.50,64	+ 0,32	68.29.25,9	+ 3,4	Paris.
	14	12.10.18	9.47.42,82	+ 0,34	68.17.17,7	+ 2,0	Paris.
	22	11.30.37	9.39.27,70	+ 0,40	67.51.17,6	+ 1,6	Paris.
	23	11.25.41	9.38.28,22	+ 0,59	67.48.45,9	+ 0,2	Paris.
			(27) Euterpe.				
Fév.	11	12.29.31	9.55.10,00	+ 1,83	74.50.51,2	+ 9,1	Paris.
	14	12.14.46	9.52.11,61	+ 1,91	74.33.19,7	+ 10,9	Paris.
	15	12. 9.51	9.51.12,15	+ 1,90	74.26.35,2	+ 10,0	Paris.
	22	11.35.35	9.44.27,11	+ 1,95	73.50. 4,6	+ 9,6	Paris
	23	11.30.45	9.43.32,03	+ 2,05	73.45.11,5	+ 10,1	Paris.
Mars	1	11. 6.38	9.37.37,26	+ 2,23	73.15. 2,1	+ 10,5	Greenwich.
	3	10.57.18	9.36. 8,18	+ 2,06	73. 7.53,3	+ 10,4	Greenwich.
	4	10.52.40	9.35.25,90	+ 1,85	73. 4.35,0	+ 10,9	Greenwich.
			(106) Sylvia.				
Fév.	22	12. 3.37	10.12.33,78	— 5,04	71.55.13,8	— 12,9	Paris.
	23	11.58.54	10.11.46,56	— 4,94	71.51.12,0	— 10,4	Paris.
			(6) Hébé.				
Fév.	22	12.28. 8	10.37. 8,86	+ 3,91	74.20.52,2	— 9,9	Paris.
	23	12.23.19	10.36.14,93	+ 3,84	74.10.47,7	— 9,1	Paris.
Mars	1	11.58.51	10.29.58,06	+ 3,73	73. 3. 4,4	— 8,1	Greenwich.
	3	11.49.14	10.28.12,85	+ 3,83	72.44.52,0	— 11,2	Greenwich.

Dates. 1876.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphéméride.	Distance polaire.	Correction de l'éphéméride.	Lieu de l'observation.
	h m s	h m s	s	° ′ ″	″	
Mars 14	10.47.48	10.19.19,75		71.17.19,8		Paris.
15	10.43. 9	10.18.36,76		71.10.28,1		Paris.
18	10.29.19	10.16.33,31		70.51.16,9		Paris.
23	10. 6.38	10.13.32,21		70.23.23,8		Paris.
			(112) Iphigénie.			
Fév. 23	12.24.21	10.37.16,90	+20,52	82.13.32,3	+ 3,5	Paris.
			(33) Polymnie ([a]).			
Fév. 23	12.28.38	10.41.35,00	+ 7,54	80.13.40,1	+ 45,0	Paris.
			(49) Palès.			
Mars 14	11.50.43	11.22.24,81	— 1,39	90. 7.23,5	+ 16,1	Paris.
15	11.46. 3	11.21.40,68	— 1,17	90. 2.43,9	+ 9,4	Paris.
17	11.36.43	11.20.12,49	— 1,40	89.54 38,9	+ 10,7	Paris.
18	11.32. 4	11.19.28,75	— 1,58	89.49. 8,5	+ 13,2	Paris.
22	11.13.30	11.16.38,54	— 1,41	89.31. 7,0	+ 15,7	Paris.
23	11. 8.53	11.15.57,13	— 1,35	89.26.33,8	+ 10,4	Paris.
			(59) Elpis.			
Mars 15	12.26.54	12. 2.38,03	+ 0,49	88.16.38,9	— 2,3	Paris.
17	12.17.30	12. 1. 5,69	+ 0,31	88. 1.28,2	+ 0,5	Paris.
18	12.12.48	12. 0.19,54	+ 0,41	87.53.49,7	— 1,7	Paris.
22	11.54. 0	11.57.14,48	+ 0,49	87.23.38,8	+ 0,6	Paris.
23	11.49.18	11.56.28,21	+ 0,27	87.16.13,2	+ 3,2	Paris.
			(63) Ausonia.			
Mars 15	12.42.10	12.17.56,42	+20,13	96.22.26,7	+ 36,9	Paris.
17	12.32.22	12.16. 0,35	+20,03	96.16.47,0	+ 37,7	Paris.
18	12.27.27	12.15. 1,33	+19,94			Paris.
22	12. 7.44	12.11. 1,19	+19,97	96. 0.54,5	+ 45,5	Paris.
23	12. 2.48	12.10. 0,45	+19,72	95.57.27,5	+ 46,1	Paris.
30	11.37.33	12. 2.56,60	+19,33	95.31.41,8	+ 51,5	Greenwich.
			(46) Hestia.			
Mars 22	12.32.19	12.35.39,89	+ 0,56	93.28.10,6	+ 2,3	Paris.
23	12.27.33	12.34.49,47	+ 0,71	93.22. 4,5	+ 3,7	Paris.
			(3) Junon ([b]).			
Mars 22	12.37. 4	12.40.25,59	+ 3,11	88.30.22,2	+ 6,3	Paris.
23	12.32.21	12.39.38,58	+ 3,10	88.21.34,2	+ 5,9	Paris.
30	12. 8.38	12.34. 6,62	+ 3,06	87.21.17,1	+ 5,2	Greenwich.
			(4) Vesta ([c]).			
Mars 30	12.24.43	12.50.15,17	+ 0,79	81.32.58,0	+ 5,0	Greenwich.

([a]) Il n'a pas été possible de s'assurer si l'astre observé était bien la planète.

([b]) Comparaison avec le *Nautical Almanac*.

([c]) *Idem*.

» Les observations ont été faites, à Paris, par MM. Périgaud et Folain.

» Toutes les comparaisons, à l'exception de celles concernant Hermione, Junon et Vesta, se rapportent aux éphémérides du *Berliner Jahrbuch.* »

THERMODYNAMIQUE. — *Note sur les déterminations théorique et expérimentale du rapport des deux chaleurs spécifiques, dans les gaz parfaits dont les molécules seraient monoatomiques;* par M. YVON VILLARCEAU.

« L'Académie accueillera sans doute avec intérêt le résultat d'expériences exécutées par MM. Kundt et Warburg et rapportées dans le *Bulletin de la Société chimique de Paris,* du 5 mai 1876.

» Pour faire comprendre l'état de la question, au point de vue de la Thermodynamique, je demande la permission de rappeler en quelques mots la part de contribution de cette branche de la Mécanique générale au résultat qui vient d'être obtenu.

» Le 20 juin 1870, M. Clausius présenta à l'Académie une Note *sur une quantité analogue au potentiel et sur un théorème y relatif.* A la suite des événements qui survinrent, le travail de M. Clausius resta comme inaperçu. Le 29 juillet 1872, j'eus l'honneur de présenter à l'Académie un nouveau théorème de Mécanique générale, dont j'indiquai les points de ressemblance et la presque identité avec celui de M. Clausius : j'en indiquai également une application à la théorie des gaz, que notre savant Correspondant avait faite de son côté, et je présentai une remarque concernant la possibilité de déduire, du nouveau théorème, la valeur du rapport des chaleurs spécifiques à pression et à volume constant, dans les gaz parfaits.

» Dans la séance suivante, 12 août 1872, je repris la question et je précisai les conditions des gaz parfaits, en considérant comme tels ceux dont les molécules seraient assez distantes pour que leurs actions mutuelles pussent être considérées comme égales à ce qu'elles seraient si leurs masses étaient concentrées en leurs centres de gravité. Cette condition comprend évidemment celles qui se rapportent à l'état des masses gazeuses qui sont éloignées de leur point de liquéfaction. Elle est cependant insuffisante, dans l'état actuel de la Science, pour permettre d'obtenir généralement, par la seule théorie, le rapport des chaleurs spécifiques des gaz parfaits; les données relatives à la variation de distance des atomes, dans les molécules, en fonction des variations de température, font complétement défaut.

» Mais il est évident que la difficulté qui se présente dans le cas général disparaît, si on limite l'application du théorème de Mécanique précité au cas *idéal* où chaque molécule gazeuse ne se composerait que d'un seul atome. En effet, j'ai montré que le rapport des deux chaleurs spécifiques serait alors indépendant de la nature chimique du gaz et égal au nombre bien déterminé $\frac{5}{3} = 1,666\ldots$ Comparant ensuite ce résultat au nombre 1,42..., que l'on a obtenu pour divers gaz, j'en ai attribué la différence à la composition complexe de leurs molécules. Il semblait donc que le résultat théorique $\frac{5}{3}$ ne dût offrir qu'un intérêt purement spéculatif, le cas idéal considéré ne paraissant se rapporter à aucune réalité physique.

» Les expériences de MM. Kundt et Warburg viennent de nous faire connaître un corps simple qui, à l'état de vapeur, se composerait de molécules monoatomiques : ce corps est le mercure, que les chimistes paraissent déjà s'accorder à considérer comme jouissant de cette propriété. Voici sommairement l'expérience qui vient d'être faite : les auteurs ont fait rendre un son à deux tubes placés bout à bout et renfermant, l'un de la vapeur de mercure, l'autre de l'air; à l'aide d'une poudre introduite dans les tubes, ils ont déterminé la distance des nœuds de vibration dans chacun d'eux. Faisant à ces mesures l'application d'une formule d'acoustique qui comprend, en outre, les densités, les températures et les rapports des chaleurs spécifiques, et admettant pour valeur de ce rapport, quant à l'air, le nombre 1,405, ils ont obtenu pour la vapeur de mercure le nombre 1,67, qui, eu égard à l'absence du chiffre des millièmes, doit être regardé comme parfaitement d'accord avec le nombre 1,666... que la théorie avait indiqué dès 1872.

» Je n'essayerai pas, pour l'instant, de discuter ce beau résultat, j'ai voulu seulement le signaler à l'attention de l'Académie et laisser entrevoir la possibilité de l'existence d'autres gaz, dont les molécules seraient monoatomiques, comme celles de la vapeur du mercure; bien convaincu que les physiciens et les chimistes ne manqueront pas de les rechercher et d'en découvrir. »

M. Yvon Villarceau, après la lecture de cette Note, ajoute qu'il vient seulement de recevoir communication du Mémoire de MM. Kundt et Warburg. Ce travail est inséré dans un Recueil intitulé : *Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft zu Berlin,* achter Jahrgang, n° 13 (ausgegeben am

26 Juli 1875). Il est daté de Strasbourg, 9 juillet 1875. Les auteurs auraient emprunté le résultat théorique $\frac{5}{3}$ aux publications de MM. Maxwell et Boltzmann, sur la théorie des gaz; mais ils n'indiquent ni la date ni le lieu de ces publications. Dès qu'il sera en mesure de le faire, M. Yvon Villarceau s'empressera de communiquer à l'Académie les documents complémentaires qu'il pourra recueillir.

M. **Berthelot** fait, à la suite de la Communication de M. Yvon Villarceau, les remarques suivantes *sur l'existence réelle d'une matière monoatomique :*

« Je demande la permission de faire quelques réserves, au point de vue physique, relativement aux hypothèses émises sur la constitution des gaz par les mathématiciens distingués qui s'occupent de Thermodynamique.

» Dans un gaz formé de molécules douées du seul mouvement de translation et assimilables à des points matériels, le rapport des deux chaleurs spécifiques serait égal à 1,666. Mais l'existence d'un autre genre de mouvements, résultant des rotations et des vibrations ou oscillations internes des diverses portions de matière dont l'ensemble constitue une molécule entière, modifierait en général le rapport 1,666 et tendrait à le rapprocher de l'unité. Je n'ai rien à dire de ces hypothèses, envisagées comme de pures abstractions représentatives. Mais, lors même que le résultat annoncé pour le mercure serait regardé comme définitif, malgré les causes d'erreur que comporte une détermination aussi difficile, et malgré les doutes que l'on peut concevoir sur l'application des propriétés des gaz parfaits à la vapeur de mercure, on peut se demander s'il est permis de conclure que, dans un gaz réel, tel que le rapport observé des chaleurs spécifiques soit égal à $\frac{5}{3}$, les molécules doivent être incapables de rotations et de mouvements internes, développant une force vive appréciable, c'est-à-dire constituées chacune par un véritable atome, assimilable pour la théorie à un point matériel.

» L'hypothèse d'une telle matière monoatomique au sens absolu n'a rien de commun que le nom avec les conceptions des chimistes, qui raisonnent seulement sur les rapports de poids des molécules qui se combinent ou se substituent, leur atome étant défini par la valeur minima de ces rapports. Elle exigerait, à mon avis, de bien autres preuves que la mesure de la vitesse du son dans une vapeur pour être admise. La notion même d'un atome indivisible et cependant étendu et continu, aussi bien que celle d'un

atome doué de masse et cependant réduit à un point matériel, semble contradictoire en soi, comme bien des philosophes n'ont cessé de le penser depuis le temps des Grecs et de Boscowich, premiers promoteurs de ces hypothèses. »

HYDRAULIQUE. — *Sur un modèle fonctionnant d'un nouveau système d'écluses de navigation, applicable spécialement aux cas particuliers où les niveaux de l'eau des biefs sont très-variables.* Note de **M. A. de Caligny.**

« Cet appareil a pour pièce principale un grand tuyau de conduite ou aqueduc horizontal, débouchant par une extrémité dans le sas et par l'autre dans une capacité en communication avec le bief d'aval. Cette dernière extrémité est alternativement fermée au moyen d'une espèce particulière de clapet dont l'axe horizontal est un peu au-dessus de son centre de figure.

» A une distance convenable pour ménager une *chambre*, en amont de cette pièce mobile, est disposé un tuyau vertical, ouvert à ses deux extrémités, dont une débouche dans le tuyau horizontal, immédiatement au-dessus duquel ce tuyau vertical s'élève, pouvant même, si l'on veut, faire partie d'un barrage qui sépare une capacité en communication avec le bief d'amont de la capacité précitée en communication avec le bief d'aval.

» Immédiatement en amont du tuyau vertical est disposé, dans une chambre au-dessus du tuyau horizontal, un autre clapet dont l'axe horizontal est *parallèle* à l'axe du tuyau de conduite et assez près du centre de figure de ce clapet pour qu'on puisse l'ouvrir sans trop de difficulté, quand l'eau du bief d'amont le presse par-dessus aux époques où elle n'est pas contre-balancée par une pression inférieure. L'axe de ce clapet est cependant assez éloigné de ce centre de figure pour que, aux époques où la pression inférieure sera plus forte que celle de l'eau d'amont, le clapet se soulève de lui-même.

» Je suppose qu'on veuille remplir l'écluse : on ouvre d'abord le dernier clapet dont je viens de parler, pour permettre à l'eau d'amont d'entrer dans le tuyau vertical et de faire pénétrer une certaine quantité d'eau dans l'écluse. Quand il y a une certaine vitesse acquise dans le grand tuyau de conduite, on laisse se refermer de lui-même ce clapet d'amont. L'eau du tuyau vertical descend, et bientôt, en vertu de la vitesse acquise, sa surface se trouve au-dessous de celle de l'eau du bief d'aval. Alors la pression de cette dernière ouvre le clapet d'aval et l'eau du bief d'aval entrant

dans le système contribue au remplissage de l'écluse. Quand la vitesse acquise est éteinte, le clapet d'aval se referme de lui-même, soit à cause du poids de sa partie inférieure, soit à cause de l'oscillation en retour qui tend à se faire de l'écluse vers le tuyau vertical. On recommence la même manœuvre jusqu'à ce que l'écluse soit remplie à une hauteur convenable. Il est d'ailleurs à remarquer que, dans les dernières périodes, l'oscillation en retour s'élevant au-dessus de l'eau d'amont, le clapet d'amont peut s'ouvrir de lui-même, de sorte que la marche peut devenir entièrement automatique pendant les dernières périodes du remplissage de l'écluse.

» Mais l'essentiel est d'avoir bien constaté que *la marche du clapet d'aval est entièrement automatique pendant toute la durée de ce remplissage*, ce qui, comme on va le voir, était loin d'être évident, de sorte qu'on n'a à s'occuper que d'un des deux clapets. Cet effet paraît dû à ce que le clapet d'aval n'est pas immédiatement dans le prolongement de l'arête du tube vertical, surtout pour le cas, qui semble rationnel, comme on le verra plus loin, où la section de ce tube ne serait pas circulaire. Il est probable que, s'il n'y avait pas une chambre entre cette arête et ce clapet, la partie supérieure de celui-ci, qui doit s'ouvrir de dedans en dehors, pourrait être retenue par quelque phénomène de *diminution de pression* résultant du mouvement de l'eau, tandis que sa partie inférieure qui doit s'ouvrir de dehors en dedans pourrait être retenue par des tourbillons, résultant du mouvement de l'eau dans l'angle formé par le clapet avec l'arête inférieure du tuyau de conduite.

» Pour vider l'écluse, on ouvre d'abord le clapet dont je viens de parler, ce qui n'exige pas un grand effort, son axe horizontal passant assez près de son centre de figure. Quand une vitesse suffisante est acquise par l'eau venant de l'écluse, on le laisse se refermer de lui-même. Or il est essentiel de remarquer que le tube vertical au bas duquel l'eau est en mouvement, pendant l'écoulement en aval, permet à la colonne liquide de trouver au-dessus d'elle *un espace libre suffisant pour éviter un coup de bélier*, à l'instant où le clapet *d'aval* se referme.

» L'eau monte ensuite librement dans ce tube vertical un peu au-dessus du niveau de l'eau du bief d'amont, de sorte que le clapet d'amont s'ouvre de lui-même et l'eau relevée rentre ainsi dans ce bief, sans être *obligée* de se verser au sommet du tuyau vertical. Or cela est un avantage pour le cas où le niveau de ce bief serait très-variable, parce que, si l'eau était obligée de se verser par le sommet de ce tuyau, il y a des circonstances où elle retomberait inutilement de hauteurs assez notables. Quand la vitesse

acquise est éteinte, le clapet d'amont se referme de lui-même et il y a une oscillation en retour du tuyau vertical vers l'écluse. On profite du moment où elle est descendue le plus bas pour ouvrir le clapet d'aval et l'on continue la même manœuvre jusqu'à ce que l'écluse soit convenablement vidée. Dans les dernières périodes de vidange, les oscillations en retour descendent au-dessous du niveau de l'eau du bief d'aval, de sorte que, le clapet d'aval pouvant s'ouvrir de lui-même, la marche de l'appareil peut devenir entièrement automatique à la fin de cette vidange. Mais l'essentiel est d'avoir vérifié par expérience que, soit pendant le remplissage, soit pendant la vidange de l'écluse, *on n'a jamais à s'occuper en même temps que d'un seul des deux clapets,* ce qui n'est pas embarrassant pour l'éclusier.

» Quant aux oscillations en retour, ascendantes dans le tuyau vertical pendant le remplissage et descendantes pendant la vidange de l'écluse, il est intéressant, pour épargner le plus d'eau possible, de bien saisir l'instant de leur maximum, afin d'ouvrir au moment le plus convenable celui des clapets dont on a à s'occuper.

» Il est intéressant de remarquer que, la disposition du *clapet d'amont* lui permettant de s'ouvrir de manière à se présenter *parallèlement* à l'axe du tuyau de conduite, il fait le moins d'obstacle possible à l'eau qui doit passer, dans un sens ou dans l'autre, par l'espèce de coude résultant de la position de l'orifice qu'il doit fermer alternativement, sans boucher transversalement le tuyau de conduite.

» Le tuyau vertical *ayant pour but d'empêcher les coups de bélier,* l'essentiel, pour diminuer autant que possible la partie du déchet provenant de ce qu'il est alternativement rempli ou vidé, consiste à donner à sa section la forme la plus convenable pour diminuer sa capacité totale le plus possible, sans gêner trop sensiblement la veine liquide à son passage du tuyau horizontal dans le tuyau vertical. Or, dans les coudes à angle droit brusque, l'écoulement se fait surtout dans la partie d'aval, de sorte que l'on peut rétrécir sans inconvénient sérieux la partie d'amont du tube vertical. Il y a même lieu de penser qu'on pourra donner à celui-ci une section à peu près rectangulaire.

» Mais le modèle, à l'échelle de $\frac{1}{10}$, objet de cette Note, a seulement pour but de montrer comment les choses pourront être disposées dans quelques circonstances *particulières,* où les niveaux des biefs seront extraordinairement variables et où l'on tiendra à diminuer autant que possible la profondeur des fondations, au moyen d'un tuyau de conduite *entièrement horizontal.* Je préfère d'ailleurs en général mon système à tubes mobiles, déjà construit sur un canal de l'État et qui est en ce moment

l'objet d'expériences nouvelles relatives surtout à la marche automatique. Je n'entrerai donc pas aujourd'hui dans plus de détails, rappelant seulement que la fin de la vidange et celle du remplissage de l'écluse peuvent se faire par des moyens communs à l'un et à l'autre système. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Deuxième Note sur les lacs amers de l'isthme de Suez;* par M. DE LESSEPS.

« J'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie des Sciences, il y a deux ans (1), des considérations sur le régime probable des eaux des lacs amers de l'isthme de Suez, pendant la période de formation du banc de sel qui occupe le milieu de l'un de ces lacs, et les hypothèses que l'étude de cette région de l'isthme et celle de la structure du banc de sel suggéraient sur le mode probable de sa formation.

» Je désirerais aujourd'hui compléter cette Note, en exposant les résultats des dernières recherches faites sur le degré de dissolution du banc de sel et sur le régime actuel des eaux du lac.

» Les observations recueillies peuvent être utiles au projet d'inondation des chotts tunisiens et algériens, et répondre, dans une certaine mesure, aux objections qui ont été élevées contre la possibilité de cette entreprise, objections qui nous avaient été également faites au sujet des lacs amers, et que l'expérience a démontré n'être pas fondées. La principale objection portait sur les difficultés supposées du remplissage de ces vastes bassins et sur la longueur de temps qu'exigerait l'opération, par suite de l'évaporation et de l'absorption de terrains desséchés depuis des siècles.

» Aucune difficulté ne s'est produite; le remplissage total, cubant en nombre rond 1 500 000 000 de mètres cubes, s'est effectué régulièrement, en sept mois de temps, du 18 mars au 24 octobre 1869, par des déversoirs construits provisoirement pour retenir la violence des eaux, dont les courants auraient pu interrompre nos travaux et dégrader les berges du canal.

» Mais, bien avant que les lacs fussent inondés, des Mémoires, basés sur des calculs théoriques, nous avaient prédit qu'ils se dessécheraient de nouveau sous l'action solaire, leurs eaux ne pouvant se renouveler suffisamment par les deux branches du canal, dont la section est relativement restreinte.

» Le degré de salure des eaux dans les lacs s'éleva assez rapidement tout d'abord, et, bien que les sondages faits sur le banc de sel à diverses

(1) *Comptes rendus*, t. LXXVIII, p. 1740.

périodes indiquassent que la dissolution, assez active, était la cause principale probable de la saturation, il convenait d'être fixé à cet égard. Les dernières constatations prouvent que la dissolution du banc de sel continue à se produire et que la salure des eaux, loin d'augmenter sous les effets combinés de la dissolution et de l'évaporation, est, au contraire, sensiblement en décroissance.

» Voici, à l'appui de cette assertion, quelques chiffres résumant les résultats de l'analyse que M. le directeur de l'École des Ponts et Chaussées a obligeamment consenti à faire faire, à son laboratoire, sur des échantillons d'eau des lacs amers et du canal, ainsi que ceux des sondages relevés au-dessus du banc de sel.

» Les plus récents de ces sondages, faits en octobre 1875, d'après une carte présentée avec cette Note, indiquent que le banc s'est dissous sur une hauteur moyenne de $0^{m},80$ depuis les constatations faites en 1869 après le remplissage. Ce serait, en tout, une couche de sel de près de $1^{m},20$ d'épaisseur qui se serait dissoute en six ans sur les $\frac{3}{4}$ de la surface du banc. Ce résultat ne s'est pas produit uniformément sur toute la surface : il a été plus actif sur les arêtes du banc et dans la région nord où ont eu lieu des approfondissements de près de $1^{m},30$, tandis que certaines régions du centre et la partie sud, recouvertes d'une couche d'argile mêlée à des coquillages agglomérés, paraissent, pour cette cause, résister davantage à la dissolution.

» La surface du banc de sel étant de 66 000 000 de mètres carrés, le volume approximatif dissous en six ans, depuis l'introduction des eaux, peut être évalué à 60 millions de mètres cubes, donnant, à la densité de 1,5, un poids de 90 000 000 000 de kilogrammes.

» Deux analyses en ont été faites : la première sur des échantillons puisés en octobre 1872, la deuxième sur des échantillons de juillet 1874.

» En octobre 1872, le poids du volume de sel dissous était au moins égal à la moitié du poids ci-dessus, soit à.......................... $45\,000\,000\,000^{kg}$

» En y ajoutant celui que les eaux de la Méditerranée et celles de la mer Rouge tenaient déjà en dissolution en arrivant dans le bassin, on aura :

» Volume introduit par la Méditerranée :

» 1° Lors du remplissage.... $500\,000\,000^{mc}$

» 2° Ultérieurement par suite de la dissolution du banc...... 30 000 000

Total.......... 530 000 000

A reporter........ $45\,000\,000\,000^{kg}$

Report.		45 000 000 000^{kg}
lesquels, à 40 kilogrammes de résidus par mètre cube, représentent un poids de sel de.		21 200 000 000
» Volume introduit par la mer Rouge :		
» 1° Lors du remplissage.	950 000 000^{mc}	
» 2° Ultérieurement..	30 000 000	
Total.	980 000 000	
lesquels, à 43 kilogrammes de résidus par mètre cube, représentent un poids de sel de..		42 140 000 000
Total.		108 340 000 000

» Tel est le poids de sel, ou mieux de résidus solubles, qu'auraient dû contenir les eaux du bassin des lacs en 1872, *non compris les résultats de l'évaporation*. Ce poids, divisé par le volume liquide, égal à 1 480 000 000 de mètres cubes, donne un résidu moyen de 73^{kg},20 par mètre cube, tandis que la moyenne de onze échantillons des eaux de ces lacs, dosés par évaporation au laboratoire des Ponts et Chaussées, ne donne que 71^{kg},10 de résidus par mètre cube.

» Mais, pendant cette période de trois années, l'évaporation avait ajouté son contingent de sel aux poids précédents; il est facile d'évaluer ce qu'il a été au minimum. Pendant le remplissage, l'évaporation a été mesurée très-exactement et a été trouvée varier, *en été*, de 3 millimètres à 4^{mm},5 par vingt-quatre heures.

» En prenant pour moyenne de l'année une épaisseur de 2 millimètres seulement, on arrive, la surface des lacs étant de 196 000 000 de mètres carrés, à une évaporation annuelle de 143 000 000 de mètres cubes, représentant un poids de sel, à 71 kilogrammes par mètre cube, de 13 916 000 000 de kilogrammes, soit, pour trois années, 41 748 000 000 de kilogrammes.

» Le produit de cette évaporation, ajouté au total précédent, donne un chiffre de 150 088 000 000 de kilogrammes, qui, divisé par celui du volume liquide, indique que, si les eaux ne s'étaient pas renouvelées en partie, elles auraient contenu en dissolution, en 1872, un poids de 101^{kg},40 de résidus par mètre cube, tandis que l'analyse n'a trouvé que 71^{kg},10.

» Le même calcul démontre que, la dissolution du banc ayant continué en 1873 et 1874, la salure des eaux de ces lacs aurait dû augmenter en proportion du poids du volume de sel dissous et de celui de l'eau évaporée, et dépasser au moins le chiffre donné par l'analyse de 1872. Or c'est le contraire qu'indiquent les dosages des derniers échantillons : les eaux re-

levées en 1874 sont moins salées que celles de 1872; la moyenne de quinze échantillons puisés dans les lacs donne $66^{kg},06$ de résidus, au lieu de $71^{kg},10$ en 1872.

» Le dosage du chlore indique avec beaucoup plus d'approximation le degré de salure des eaux. Voici les moyennes des deux époques :

1872.	Chlore.....	$38^{kg},9$	par mètre cube.
1874.	»	36 ,7	»

» *Conclusion.* — Il est donc incontestable que, malgré la dissolution du banc et l'évaporation, la salure diminue et que les eaux se renouvellent.

» Par quel moyen ce phénomène s'opère-t-il? Ce ne peut être que par les courants. La différence notable de densité existant entre les eaux des lacs amers et celles des extrémités du canal doit créer des courants de fond par lesquels les eaux lourdes se rendent à la mer, tandis que les courants de surface amènent aux lacs les eaux moins chargées de la mer pour compenser les pertes de l'évaporation.

» Il est probable que la salure avait atteint son maximum peu de temps après le remplissage, lorsque les parties les plus spongieuses et les plus accessibles du banc eurent été dissoutes. La décroissance de salure démontre que l'équilibre tend à se rétablir entre les lacs et les mers, et que la vitesse d'écoulement des eaux lourdes est supérieure aux actions combinées de la dissolution et de l'évaporation, la section du canal servant d'orifice étant d'ailleurs suffisante, eu égard à la distance de la mer.

» Du côté nord, la salure des lacs amers est un peu plus accentuée, parce que la distance de la mer est plus grande que du côté de Suez et que le lac Timsah, d'une faible profondeur, forme sur le parcours un nouveau plan d'évaporation qui retarde l'arrivée des eaux fraîches. De même qu'aux lacs amers, la salure du lac Timsah a été trouvée moins élevée en 1874 qu'en 1872.

» Nous pensons qu'une conclusion pratique peut être tirée de ces recherches, qui ne font d'ailleurs que confirmer le principe de l'équilibre dans les vases communiquant entre eux : c'est qu'un orifice de section relativement restreinte suffit à de vastes nappes d'eau salée, malgré leur éloignement de la mer, pour les empêcher de se concentrer sous l'action solaire des climats chauds.

» Quoique la surface inondable des chotts algériens et tunisiens réunis soit égale, d'après les calculs de M. Roudaire, à plus de quatre-vingts fois celle des lacs amers, j'ai la conviction que le renouvellement de leurs eaux s'effectuerait avec la même facilité et sans qu'il soit besoin de travaux bien importants pour assurer leur communication avec la mer; seulement les

tranchées réunissant les chotts entre eux et les reliant à la mer devront être assez profondes pour permettre l'écoulement des eaux les plus lourdes.

» Je fais des vœux pour que le projet du capitaine d'état-major Roudaire, dont les études préliminaires viennent d'être terminées en Tunisie avec autant de succès qu'en Algérie, soit mis à exécution.

» Sa réalisation serait certainement un immense bienfait pour notre colonie et pour les contrées limitrophes ».

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Étude de plusieurs questions relatives au canal de Suez*; par M. DE LESSEPS.

« 1° *Sur le maintien de la rade de Port-Saïd.* — J'ai rendu compte à l'Académie, le 4 octobre dernier (1), des résultats que nous avons obtenus depuis deux ans en affectant une drague marine à l'entretien du chenal, en dehors du musoir de la grande jetée ouest de Port-Saïd.

» Les relevés hydrographiques des années 1874 et 1875 que j'ai communiqués indiquaient clairement l'efficacité du travail de cet appareil, qui a pu aller enlever des dépôts jusqu'à une distance de 800 mètres en dehors de tout abri et pourrait au besoin aller bien au delà.

» En février dernier, après une forte tempête qui avait sévi les 19 et 20 janvier, nous nous sommes hâtés de vérifier l'influence qu'elle avait pu exercer sur les fonds; le relevé des sondes nous a donné la certitude que, sur la région s'étendant au nord du chenal d'entrée, les profondeurs d'eau nécessaires avaient été maintenues, et que le travail exécuté par la drague marine avait été encore plus efficace que dans les années précédentes.

» Récemment de grands navires, comme le *Sérapis*, de 4582 tonnes, qui a ramené le prince de Galles des Indes en Europe, et la frégate d'escorte le *Raleigh*, calant 26 pieds, ont passé sans aucune difficulté.

» 2° *Sur les courants dans le canal maritime.* — Diverses théories ont été émises sur les questions des courants dans le canal maritime. Voici les faits résultant de nos observations :

» De Port-Saïd aux lacs amers, la vitesse des courants atteint $0^{m},30$ par seconde, soit $1^{km},080$ à l'heure. De Suez aux lacs amers, la vitesse atteint 1 mètre à la seconde, soit $3^{km},600$ à l'heure. Cette vitesse est dépassée lors des grandes marées d'équinoxe et peut alors atteindre 4 kilomètres à l'heure.

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXI, p. 546.

» Quant au sens du courant, il est renversé à tour de rôle. Entre Suez et les lacs amers, il va du sud au nord à marée montante et du nord au sud à marée descendante. Entre les lacs amers et Suez, le courant change de direction suivant la saison. En hiver, l'excès d'eau apportée par la marée dans les lacs amers produit un courant de déversement dans la Méditerranée. Pendant l'été, l'évaporation enlevant en 24 heures 7 millions de mètres cubes sur une masse d'eau de 1 milliard et demi de mètres cubes, le courant remplit le vide provenant de l'évaporation en se portant du nord au sud; il vient donc dans ce cas de la Méditerranée.

» 3° *Sur l'influence qu'exerce le canal maritime en ce qui concerne les pluies et la végétation.* — Pendant les études et les travaux du canal maritime de 1854 à 1870, j'avais tout au plus une seule fois par an vu tomber de la pluie; aujourd'hui les rosées sont beaucoup plus abondantes, et nous avons de la pluie au moins deux fois par mois. Des végétaux commencent à pousser naturellement dans le désert même, dans les terrains situés en Asie le long du canal, et comme, de ce côté, il n'entre par infiltration que de l'eau salée, il faut en conclure que la végétation est due à l'influence des pluies. En outre le climat de Suez semble modifié, car les habitants de la ville se plaignent beaucoup moins qu'autrefois des chaleurs de l'été. Il en est de même pour les voyageurs qui traversent la mer Rouge.

» 4° *Sur l'étude de la géographie ancienne de l'isthme de Suez.* — A la suite de quelques découvertes intéressantes faites dans l'ancien emplacement où avait été fondée la ville de Ramsès par les Israélites, à cinq lieues d'Ismaïlia, j'ai demandé au khédive d'Égypte de charger notre savant compatriote M. Mariette de l'étude de la géographie ancienne de l'isthme. Ce travail sera fort intéressant, surtout en ce qui concerne la confirmation des récits de la Bible sur l'itinéraire de Moïse et de son peuple depuis Ramsès jusqu'au mont Sinaï. »

VITICULTURE. — *Sur le danger de l'introduction de certaines vignes américaines dans les vignobles d'Europe.* Note de M. **H. Marès**.

« Jusqu'à présent on ne voit en action dans les vignobles européens, si ravagés par le Phylloxera et qui ont à peu près tous péri sous ses attaques lorsqu'il s'y est établi, que le Phylloxera souterrain radicicole; celui qui est aérien et qu'on trouve sur les feuilles de certaines vignes américaines logé dans des galles de structure particulière, et qui pourrait bien être la forme typique de l'espèce, est inconnu dans les vignobles d'Europe et sur

les vignes sauvages de cette contrée; cependant c'est le même individu que celui des racines.

» Si l'on rencontre fréquemment et en grande quantité ce dernier insecte gallicole sur certaines vignes américaines, comme le *Clinton*, on l'a, au contraire, vainement cherché sur les feuilles des variétés sauvages ou cultivées de la *Vitis vinifera*, et dans tous les cas, s'il y a été trouvé, on n'a pu en signaler que de bien rares échantillons (à peine deux ou trois) et dans des circonstances telles qu'on peut mettre en doute l'*habitat* gallicole du Phylloxera sur les feuilles des cépages de nos cultures.

» N'est-on pas en droit d'en conclure qu'il n'y trouve pas ses conditions d'existence et que l'espèce disparaîtrait probablement de la *Vitis vinifera*, si sur ce genre de vigne l'insecte ne pouvait pénétrer sur les racines ou trouver sur elles les moyens de reproduction qui lui sont nécessaires.

» Pourquoi nos variétés européennes cultivées ou sauvages (*Vitis vinifera*) ne nourrissent-elles pas le Phylloxera sur leurs feuilles, tandis qu'il abonde sur celles de certaines espèces américaines, en même temps que sur leurs racines?

» Enfin le Phylloxera gallicole, simple parasite, qui vit sur certaines vignes sauvages, ne serait-il pas la forme naturelle de l'espèce, et la culture ne le rendrait-elle pas radicicole et mortel pour la vigne, par accident?

» Si cette opinion est fondée, une des conséquences pratiques à en tirer, c'est qu'il n'est point indifférent de multiplier, au hasard, toutes les vignes américaines, dans les vignobles d'Europe, comme on le fait aujourd'hui.

» On devrait diviser ces vignes exotiques en deux catégories distinctes :

» 1° Celles dont les feuilles ne reproduisent pas le Phylloxera gallicole, et qui ne présenteraient pas plus de danger pour la propagation de cet insecte et pour sa multiplication naturelle que les vignes de nos vignobles européens;

» 2° Celles dont les feuilles reproduisent naturellement le Phylloxera. Ces dernières devraient être repoussées, car, indépendamment de toute cause culturale accidentelle qui peut transformer le Phylloxera gallicole, simple parasite, en Phylloxera radicicole ennemi, mortel de la vigne, elles seules peuvent entretenir cet insecte, tel qu'on le rencontre à l'état de nature en Amérique, et alors acclimater d'une manière définitive, en Europe, ce fléau de nos vignobles.

» Quant à nos vignes cultivées ou sauvages et aux variétés américaines sur lesquelles le Phylloxera n'est pas gallicole, il suffirait probablement

d'en modifier la culture, d'après les principes que j'ai indiqués, pour provoquer la disparition spontanée de l'ennemi radicicole, sous les attaques duquel on les voit périr actuellement. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le concours des prix Montyon (Médecine et Chirurgie) pour l'année 1876.

MM. le baron Cloquet, Bouillaud, Cl. Bernard, Gosselin, Sedillot, Ch. Robin, baron Larrey, Milne Edwards et Bouley réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. de Lacaze-Duthiers et de Quatrefages.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le concours du prix Godard pour l'année 1876.

MM. Cl. Bernard, Gosselin, baron Cloquet, Bouillaud et Ch. Robin réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont M. Sedillot et M. le baron Larrey.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le concours du prix Montyon (Physiologie expérimentale) pour l'année 1876.

MM. Cl. Bernard, Milne Edwards, Ch. Robin, de Quatrefages et Gosselin réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Blanchard et Bouillaud.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le concours des prix Montyon (Arts insalubres) pour l'année 1876.

MM. Dumas, Chevreul, Fremy, Peligot et Boussingault réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. le général Morin et Bussy.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Com-

mission qui sera chargée de juger le concours du prix Trémont pour l'année 1876.

MM. le général Morin, Fremy, Rolland, Tresca et Dumas réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Bréguet et Chevreul.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le concours du prix de Statistique de la fondation Montyon pour l'année 1876.

MM. Bienaymé, de la Gournerie, Belgrand, Puiseux et Faye réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Bertrand et Boussingault.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

GÉOLOGIE. — *Recherches minéralogiques et géologiques sur les laves des dykes de Thera.* Mémoire de M. **Fouqué**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Ch. Sainte-Claire Deville, Daubrée, Des Cloizeaux.)

« La falaise septentrionale de Thera, île principale de l'archipel Santoriniote, est sillonnée de dykes de lave, pour la plupart verticaux, dont quelques-uns s'élèvent jusqu'à 300 mètres environ au-dessus du niveau de la mer.

» Le travail que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie est une étude détaillée de leurs relations géologiques et des caractères minéralogiques de la matière qui les compose.

» Cette étude fournit aussi des documents sur deux questions générales qui intéressent à la fois la pétrologie et la minéralogie : la première est celle de la distinction des espèces feldspathiques, la seconde est celle de la présence simultanée de plusieurs feldspaths tricliniques dans une même roche. Elle donne, en outre, des indications nouvelles sur la structure des laves au moment de leur épanchement ; sur le gisement et le mode de production probable de la tridymite dans les roches volcaniques.

» Les observations faites sur place, l'examen microscopique de chaque roche réduite en minces lamelles, l'analyse chimique des minéraux microscopiques extraits, soit à l'aide d'un électro-aimant, soit à l'aide de la pile, tels ont été les procédés d'étude employés.

» Les conclusions du travail sont les suivantes :

» 1° Dans toutes les laves de Thera, il existe au moins deux feldspaths tricliniques.

» 2° Le feldspath dominant parmi les microlithes (cristaux ayant moins de $0^{mm},01$ dans deux de leurs dimensions) est l'albite; le feldspath dominant dans les grands cristaux disséminés dans le magma fondamental de la roche est tantôt le labrador et tantôt l'anorthite.

» 3° Les grands cristaux de feldspath que l'on extrait des laves des dykes de Thera, à l'aide d'un électro-aimant, satisfont à la loi de Tschermak. Lorsqu'on les soumet à l'analyse chimique, les nombres que l'on trouve pour leur composition satisfont, en effet, sensiblement à l'hypothèse d'associations chimiques en proportions diverses d'albite et d'anorthite.

» 4° Cette vérification de la loi de Tschermak s'explique par ce fait que la matière ainsi analysée est un simple mélange de diverses espèces feldspathiques. La différence du mode d'action des acides sur l'anorthite et le labrador permet de séparer les grains qui appartiennent à l'une ou à l'autre de ces espèces. Il n'y a donc pas là union d'espèces isomorphes, mais simplement juxtaposition dans une même roche d'espèces différentes, dont l'une est presque toujours très-prédominante.

» 5° Les laves des dykes de Thera peuvent être divisées en deux groupes, l'un acide, l'autre basique.

» 6° Dans les laves acides, le feldspath en grands cristaux le plus abondant est le labrador; dans les laves basiques, c'est l'anorthite.

» 7° Dans les laves acides, l'augite en grands cristaux est riche en protoxyde de fer; dans les laves basiques ce minéral y est surtout à base de chaux.

» 8° Dans les laves acides, l'olivine fait à peu près complétement défaut; le fer oxydulé est fréquent sous forme de grands cristaux. Dans les laves basiques, c'est l'inverse que l'on observe.

» 9° Dans les laves acides, la matière amorphe incolore ou légèrement teintée en brun répandue entre les cristaux contient souvent peu de globulites (granules amorphes bruns ou violacés d'environ $0^{mm},003$). Dans les laves basiques, la matière amorphe fondamentale est ordinairement riche en globulites.

» 10° La tridymite est extrêmement abondante dans les laves acides; sa présence est tout à fait exceptionnelle dans les laves basiques.

» 11° Les massifs les plus anciens de la partie septentrionale de l'île sont constitués par de la lave à anorthite.

» 12° Il y a eu des alternances dans l'émission des laves à anorthite et des laves à labrador.

» 13° Les laves les plus récentes, celles qui couronnent les sommités de la falaise, sont des laves à labrador.

» 14° Certaines laves sont de véritables brèches microscopiques, dont les fragments ont été entraînés dans le mouvement d'écoulement de la roche pendant son émission. Ces fragments sont alignés dans le sens de la fluidité de la roche et contournés par les microlithes. Ils ont donc été charriés avec les cristaux de la roche, déjà solidifiés au sein de la matière amorphe encore fondue.

» 15° La tridymite a été formée dans la roche encore fondue. Elle est contemporaine de l'émission des laves et formée sous l'influence de l'eau emprisonnée dans les vacuoles de la roche.

» 16° Partout où l'on observe de la tridymite, on observe en général une suroxydation des éléments ferrugineux des laves, effet dû, sans doute, à l'action exercée par l'oxygène de l'eau décomposée à haute température.

» 17° Non-seulement la tridymite s'observe en abondance dans les laves préhistoriques de la falaise de Thera, on la trouve encore dans les laves récentes des Kaménis et particulièrement dans certaines variétés de laves de l'éruption de 1866. »

VITICULTURE. — *Sur le Phylloxera issu de l'œuf d'hiver.* Note de M. P. Boiteau.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Dans ma dernière Communication, j'annonçais à l'Académie que le Phylloxera issu de l'œuf d'hiver se trouvait sur les feuilles, et qu'il était probable qu'il devait y séjourner plus ou moins longtemps. Je fais connaître dans la présente Note les observations que j'ai faites depuis. Les insectes vus sur les feuilles sont moins nombreux aujourd'hui qu'au moment de l'éclosion de l'œuf d'hiver. Beaucoup ont cherché à faire des galles sans pouvoir y parvenir. Les feuilles portent les traces de leur passage, lesquelles consistent en des auréoles claires, tranchant sur le vert du parenchyme, et en quelques points rouges, situés dans leur intérieur, résultat des piqûres opérées. Sur quelques feuilles, on trouve un ou deux insectes qui ont réussi à former des galles incomplètes, mais qui cependant paraissent leur suffire.

» Ces galles ont la forme d'une cupule peu profonde; elles sont circulaires, à bord brunâtre, et mesurent 1 millimètre de diamètre. Le dessous

de la feuille les accuse à peine, et leur bosselure figure la partie convexe d'un verre de montre. Dans certaines on trouve un insecte ayant fait sa première mue; il a acquis alors un plus grand volume, et ses dimensions mesurent de 40 à 60 centièmes de millimètre de longueur sur 25 à 40 de largeur; d'autres, moins avancés, mesurent de 30 à 40 centièmes de millimètre de longueur. La couleur des premiers est devenue plus claire, celle des seconds est brune. Il est à peu près certain que nous aurons des pontes dans ces galles imparfaites.

» Que sont devenus ceux, en grand nombre, que j'ai rencontrés dans les premiers jours? Il est probable que, ne trouvant pas les feuilles à leur goût, ils les ont abandonnées pour aller sur les racines. Ils ne sont pas morts sur les lieux, car il m'a été impossible de constater la présence d'un seul cadavre.

» Malgré les recherches auxquelles je me suis livré, il ne m'a pas encore été permis de trouver des Phylloxeras de l'œuf d'hiver sur les racines. Le chiffre de ceux trouvés sur les feuilles n'étant pas en rapport avec le nombre d'œufs constatés sous les écorces, il est certain que beaucoup doivent avoir pris une autre direction. La constatation en est très-difficile, car on est obligé de les examiner tous au microscope avec un assez fort grossissement. Les nombreuses observations que j'ai faites ces jours derniers me permettent d'affirmer que le seul caractère distinctif se trouve dans le troisième article des antennes, qui est fusiforme et fortement affilé à son extrémité libre chez l'insecte issu de l'œuf d'hiver, tandis que, chez les aptères hypogées, il est plus ou moins fortement coupé en bec de flûte. J'ai remarqué que souvent on trouve des individus qui ont ce troisième article plus ou moins fusiforme, avec coupe en biseau peu prononcée. Ces caractères seraient peut-être un indice de plus ou moins de dégénérescence, qu'il sera bon de vérifier dans les expériences ultérieures.

» Chez certaines vignes américaines, les galles sont bien formées, et l'insecte, qui a également mué, a une couleur plus claire, ce qui résulte de sa position dans l'intérieur d'une cavité presque close. Les galles de vignes américaines se forment très-vite. Dans le moment actuel, elles ont plusieurs millimètres de longueur; elles sont d'un rouge violacé, et leur bord circulaire s'est rapproché de manière à se joindre en forme de lèvres, séparées par des poils entre-croisés.

» Sur une feuille de 3 centimètres de diamètre, que m'a remise M. Lichtenstein, et provenant des vignes de M. Laliman, j'ai pu compter douze galles très-bien formées et contenant chacune un Phylloxera de 60 cen-

tièmes de millimètre de longueur, ayant opéré une première mue, et d'une couleur très-claire. Examinés au microscope, j'ai reconnu en eux des produits de l'œuf d'hiver.

» Le grand nombre que l'on constate sur les feuilles de ces vignes indique la prodigieuse quantité d'œufs d'hiver qu'il devait y avoir sous les écorces.

» En observant sur des vignes américaines se prêtant à la formation des galles sur les feuilles, on pourrait plus facilement juger du nombre d'œufs déposés sur chaque pied par les sexués.

» De ces observations encore incomplètes, il est permis de conclure, *a priori*, que le Phylloxera ne vit qu'accidentellement sur les feuilles des vignes françaises, bien qu'il s'y porte en grande quantité dès sa naissance; que les galles qui forment les rares sujets qu'on y rencontre sont incomplètes; que cependant la ponte doit s'y effectuer, et que les individus qui en proviennent doivent se diriger presque tous vers les racines, les feuilles étant encore moins propices, plus tard, à la formation de galles. »

VITICULTURE. — *Sur le Phylloxera issu de l'œuf d'hiver*. Note de M. **Lichtenstein.**

(Renvoi à la Commission du Phylloxera).

« Les Communications faites par M. Balbiani, relativement à l'éclosion de l'œuf d'hiver, dans les premiers jours du mois passé, m'ont engagé à me rendre à Bordeaux pour étudier sur place et en liberté les phases de la vie de ce nouvel insecte, et, grâce à l'obligeance de toutes les personnes qui s'occupent en Gironde de cette importante question, j'ai été très-vite mis en mesure de voir ce nouveau-né.

» J'attends impatiemment que M. Balbiani nous en donne des caractères qui le distinguent du jeune puceron gallicole d'Amérique, car, quant à moi, je n'en trouve point, et je crois me retrouver en face du puceron des galles d'Asa Fitch, de Shimer, de Riley, de Westwood, etc., etc.

» Tous ceux qui suivent l'éclosion de l'œuf d'hiver, et M. Boiteau en tête naturellement, sont d'accord sur ce point, que le jeune puceron nouveau-né se dirige sur les feuilles. Là on le trouve caché sous le duvet qui couvre la face supérieure de la jeune feuille qui embrasse encore le tendre bourgeon du raisin.

» Mais ici, quoiqu'il ne m'ait été donné de suivre sa marche que depuis huit ou dix jours, il me semble que la nature du cépage oppose aux atteintes de l'insecte une résistance plus ou moins marquée.

» Ainsi, sur le *Clinton*, tous les pucerons paraissent se trouver admirablement, ils développent au bout de très-peu de temps (vingt-quatre à quarante-huit heures) des auréoles très-visibles, claires, bordées de lèvres velues qui vont en s'épaississant et englobent bientôt l'insecte en ressortant en dessous de la feuille comme une petite galle très-rouge, hérissée de papilles. Le même fait a été déjà bien observé et longuement décrit par Riley.

» Sur d'autres cépages d'Amérique (le *Jaquet*, par exemple), l'insecte ne se fixe pas sur les feuilles : il erre d'une nervure à l'autre; il ne meurt pas et grossit, quoiqu'il n'ait encore que quelques jours d'existence, mais il n'a pas l'air de se trouver aussi bien que sur les feuilles de *Clinton*.

» Sur les feuilles des vignes françaises, ce petit animal cherche aussi à se fixer. Il pique par-ci, par-là, mais aucune galle ne suit sa piqûre, et au contraire, généralement, il brunit, se dessèche et meurt.

» Je m'abstiens provisoirement de tirer aucune conclusion de ces premières et hâtives observations, que je ne rends publiques que parce que le temps presse pour trouver encore ce nouveau-venu dans les bourgeons de la vigne. Il y est déjà excessivement rare. Cependant il serait à désirer qu'il fût trouvé et suivi par beaucoup d'observateurs.

» A côté de ce puceron aérien, j'ai le regret de voir se confirmer ma théorie de la propagation souterraine des aptères parthénogénésiques pendant un très-long temps. Il m'a été donné de voir des racines dans un tube de verre où le Phylloxera se reproduit depuis trois ans. Les pontes actuelles sont nombreuses et n'indiquent aucune dégénérescence de force reproductrice. »

VITICULTURE. — *Sur la présence du Phylloxera dans les vignes submergées.* Note de M. **Trouchaud.**

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Saint-Laurent d'Aigouze (Gard).

» Dans des vignes submergées (d'après les indications de M. Faucon), je n'ai pas trouvé un seul Phylloxera sur les racines pendant les mois de mars, avril, mai et juin 1875. A la fin de juillet, j'ai constaté la présence du redoutable insecte; en août, le nombre avait augmenté d'une façon considérable, et l'invasion était complète en septembre.

» M. Faucon croit que les Phylloxeras que nous retrouvons en automne proviennent des vignes voisines.

» Lorsque le Phylloxera attaque une vigne, une région, on constate d'abord des points d'attaque (*des lunes, taches d'huile*); ce n'est guère que deux ans après que toutes les souches sont envahies. Chez nous, il n'en est pas ainsi : on ne trouve pas un seul Phylloxera en juin sur les racines de nos vignes submergées, on en rencontre des myriades en septembre.

» La découverte de MM. Balbiani et Boiteau est très-importante, mais elle ne donne pas la solution du problème. Sans le secours de la submersion ou des sulfocarbonates, on ne débarrassera pas la souche de son redoutable ennemi, car le Phylloxera des racines se reproduit en assez grande quantité pour détruire nos vignes. »

VITICULTURE. — *Sur les effets produits par l'absence de culture à la surface du sol dans les vignobles attaqués par le Phylloxera.* Note de M. **J. François.**

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Ma méthode consiste à couper les pousses de la vigne et à cesser toute culture à la surface, aussitôt que l'on observe les premières atteintes du Phylloxera. Elle a pour but de rendre plus difficile et plus lent le développement des radicelles, ainsi que la pénétration et le renouvellement de l'air à l'intérieur du sol. L'insecte, ainsi limité dans ses moyens d'alimentation et d'existence, est peu à peu atteint dans ses conditions de développement, par la privation prolongée de ressources alimentaires.

» Selon la nature du sol, on activera ces moyens, soit en pilonnant la surface, surtout au pied des souches et au voisinage des gerçures et des fentes produites par la sécheresse, soit en semant à la surface du gazon, du fourrage ou toute autre plante propre à condenser le terrain de surface, à y entretenir la fraîcheur et, par suite, à diminuer le nombre et la profondeur des fentes et gerçures du sol.

» Ces mesures se compléteront, à la reprise de la culture de la vigne, par d'autres, telles que le provignage à pleine souche, le provignage Duchêne, le partage des vignobles et leur aménagement en damiers formés de parcelles, les unes en vigne, les autres en cultures diverses, disposées de manière à s'opposer à la marche envahissante du Phylloxera par voie d'obstacle et d'isolement, en tenant compte de la direction des vents les plus permanents.

» Ces propositions reposent sur des faits que j'ai recueillis et fait re-

cueillir en différents points des départements du Midi, dont les vignobles ont été et sont ravagés par le Phylloxera.

» Un fait aujourd'hui reconnu, c'est que, une vigne une fois envahie, les ravages, toutes circonstances égales d'ailleurs, sont d'autant plus rapides que l'on travaille davantage la vigne à la surface. On sait d'ailleurs, depuis plusieurs années, que les vignes non travaillées sont atteintes avec moins d'intensité. Je n'ai fait aucune excursion dans des vignobles ravagés sans observer que le délaissement d'une vigne, soit par l'absence de culture à la surface, soit, dans quelque cas, par la coupe du bois de l'année, tendait à en ralentir la destruction.

» Les faits à produire à l'appui de ce qui précède sont assez multipliés pour que l'on puisse en faire la base d'un mode cultural antiphylloxérique.

» Je crois devoir citer comme exemple le fait suivant, qui m'a paru un des mieux caractérisés :

» M. Auguste Ville, propriétaire à Orange, possède, à 7 kilomètres à l'est de cette ville, un vignoble appelé le Plan-Dieu, sis au territoire de Travaillan, sur un des gradins de la berge gauche de la vallée du Rhône, à une altitude de 45 mètres au-dessus du fleuve. Sa contenance totale est de 60 hectares. Le Plan-Dieu a été attaqué par le Phylloxera en 1868; le fait a été constaté par des membres de la Commission du Phylloxera de Montpellier.

» En 1868, il y eut une bonne récolte. En 1869, on continua le travail et l'on obtint un quart de la récolte moyenne. En 1870, la récolte fut nulle; on cessa tout travail de la vigne; on en arracha environ 52 hectares sur 60; 8 hectares furent conservés au Plan-Dieu pour ne pas anéantir tout le vignoble et pour suivre l'action dévastatrice. On ne fit aucune culture à la surface.

» En 1871, il y eut, vers le 15 juin seulement, des pousses de 10 à 12 centimètres de longueur qui se flétrirent en juillet et disparurent au mois d'août.

» En 1872, il y eut des pousses de 20, 25 et 30 centimètres de longueur qui, venues dans les premiers jours de juin, disparurent en août. La vigne n'avait pas été travaillée depuis 1870. Le propriétaire, voyant sa vigne renaître, fit pratiquer quelques provignages, en vue de remplacer les souches disparues sous les atteintes du Phylloxera (environ la moitié des souches). Ces provignages furent faits en enfouissant tout le vieux bois de souche à 40 centimètres du sol environ; ils ont eu pleine réussite.

» En 1875, les pousses des souches anciennes furent de 30 à 50 centimètres, celles des provignages de 60 à 70 centimètres et au delà. On a obtenu un commencement de récolte en raisins de bonne qualité (vieux bois). On a continué les provignages. En 1874, on a obtenu un bon quart de récolte moyenne en vin de qualité. En 1875, on obtenait une demi-bonne récolte. Aujourd'hui (30 avril 1876), le Plan-Dieu, en grande partie rétabli, présente déjà des pousses qui promettent une bonne récolte moyenne.

» J'avais remarqué, dès 1873, que la marche envahissante du Phylloxera paraissait ralentie par l'intercalation, entre les pièces de vigne, de parcelles livrées à d'autres cultures. Ces parcelles intercalaires ont pour effet de produire un isolement plus ou moins complet des pièces de vigne. »

M. L. **La Selve** adresse une Communication relative au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

L'auteur du Mémoire portant pour épigraphe : « Travaillez, prenez de la peine (1);... » adresse une addition à ce Mémoire.

(Renvoi à la Commission du grand prix des Sciences mathématiques.)

M. **Girault** adresse, pour le concours du prix Bréant, un Mémoire sur le traitement du choléra.

(Renvoi à la Commission du prix Bréant.)

M. **Saint-Vel** prie l'Académie de vouloir bien comprendre parmi les pièces présentées pour le concours des prix de Médecine et Chirurgie (fondation Montyon) le Traité clinique des maladies de l'utérus, qu'il a fait en collaboration avec feu M. Demarquay.

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et Chirurgie.)

M. **de Rosemont** adresse, pour le concours du prix Cuvier, deux Mémoires intitulés, le premier : « Études géologiques sur le Var et le Rhône pendant les périodes tertiaires et quaternaires »; le second : « Considérations sur le delta du Var. »

(Renvoi à la Commission du prix Cuvier.)

---

(1) Voir *Comptes rendus*, séance du 1er mai.

M. **Ch. Girault** adresse plusieurs pièces, en partie manuscrites, pour le concours du prix de Statistique.

(Renvoi à la Commission.)

M. **A. Brachet** adresse, pour divers concours, plusieurs Mémoires contenant le résumé de ses travaux.

(Renvoi aux Commissions qui sont chargées de juger ces concours.)

CORRESPONDANCE.

M. **Colladon**, nommé Correspondant pour la Section de Mécanique, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Un volume intitulé : « Cartes pour servir à l'intelligence de la France avec ses colonies, faisant partie de l'Atlas physique, politique, économique, par M. *E. Levasseur*, Membre de l'Institut. 1er fascicule. »

ASTRONOMIE. — *Ephéméride de la planète* (162); par M. **G. Rayet**.

« Avec les observations des 21 et 28 avril, j'ai calculé l'éphéméride approchée suivante de la planète (162), découverte à Paris par M. P. Henry. J'espère qu'elle pourra être utile pour retrouver l'astre.

(Minuit moyen de Greenwich.)

1876.	Ascension droite apparente.	Déclinaison australe.
	h m s	° ′
Mai 10	13.54.23	11.38,6
11	53.39	36,9
12	52.56	35,2
13	52.14	33,7
14	51.33	32,1
15	50.53	30,6
16	50.14	29,2
17	49.36	27,9
18	48.59	26,6
19	48.23	25,5
20	47.48	24,3

1876.	Ascension droite apparente.	Déclinaison australe.
	h m s	° ′
Mai 21	13.47.15	11.23,7
22	46.42	22,4
23	46.11	21,7
24	45.41	20,9
25	45.12	20,3
26	44.44	19,7
27	44.19	19,4
28	43.53	19,0
29	43.31	18,8
30	43. 8	18,6

PHYSIQUE. — *Sur la détermination de la température de solidification des liquides et en particulier du soufre.* Note de M. **D. Gernez**, présentée par M. Pasteur.

« La détermination de la température à laquelle s'effectue le passage d'un corps de l'état solide à l'état liquide, ou le passage inverse, présente, malgré son apparente simplicité, des incertitudes qui n'ont été dissipées que pour un nombre de substances relativement restreint, même lorsque le changement d'état se produit brusquement, c'est-à-dire lorsque le corps solide devient subitement liquide pour une variation infiniment petite de la température. La lenteur avec laquelle se produit la fusion d'un corps dans un bain à température constante peu supérieure au point de fusion et l'imparfaite conductibilité des substances qui permet à certaines régions du liquide d'atteindre des températures supérieures à celle de la partie non fondue ont conduit à substituer à la détermination du point de fusion celle, *supposée* identique, du point de solidification : seulement il arrive souvent dans ce cas que les mesures se trouvent faussées par suite des phénomènes de surfusion. On peut, comme je vais l'indiquer, utiliser ces phénomènes pour déterminer la température de solidification des liquides avec une précision qui n'est limitée que par la patience de l'expérimentateur.

» A cet effet, on met dans un tube de verre de 3 centimètres de diamètre, fermé à un bout, une quantité du corps solide telle, qu'à l'état liquide il forme une couche de 5 à 6 centimètres de hauteur; on dispose, suivant l'axe du tube, un thermomètre retenu par un bouchon et dont le réservoir, assez petit pour n'avoir sur la température du liquide ambiant qu'une influence négligeable, descend jusqu'à quelques millimètres du fond du tube

sans le toucher; puis on détermine la fusion du corps en l'introduisant dans un bain d'eau ou de paraffine à une température de quelques degrés supérieure au point de solidification présumé. Lorsque le corps est entièrement fondu, on amène le tube dans un bain à température constante inférieure à la température cherchée, et l'on attend que les indications de deux thermomètres, l'un intérieur, l'autre extérieur, ne diffèrent que très-peu. On accélère ce résultat en faisant tourner le tube autour de son axe, ce qui ne provoque pas la solidification, à moins que dans ce mouvement le thermomètre ne frotte contre les parois du tube baignées par le liquide. Le corps étant ainsi à l'état de surfusion, on introduit par un deuxième trou du bouchon une fine aiguille de verre dont l'extrémité est recouverte d'une très-petite quantité de la matière à l'état pulvérulent, et l'on amène cette extrémité dans le liquide dont elle détermine aussitôt la solidification; pour activer le phénomène, on fait tourner le bouton autour de son axe, ce qui déplace la tige et promène cylindriquement les germes cristallins autour du thermomètre. On suit alors les indications de cet instrument qui atteint bientôt un maximum, lequel n'est sûrement pas supérieur au point de solidification, mais peut lui être inférieur. On recommence alors l'expérience en prenant pour température du bain ambiant le maximum précédent, et, en opérant de la même manière, on détermine la solidification du liquide : on trouve que le thermomètre s'élève à un maximum supérieur au précédent. Après deux ou trois essais de ce genre, on arrive à des températures qui ne diffèrent les unes des autres que d'une fraction de degré négligeable : on prend la température la plus élevée pour température de solidification de la substance, en lui faisant subir la correction provenant de ce que toute la tige du thermomètre n'est pas baignée par le liquide.

» J'ai mis à profit la précision que comporte ce procédé, notamment pour éclaircir les diverses particularités que présente le changement d'état du soufre, et voici quels sont les principaux résultats auxquels je suis parvenu :

» Le résultat le plus simple est celui qui est relatif au soufre insoluble dans le sulfure de carbone obtenu par épuisement de la fleur de soufre : la solidification de cette variété se produit à 114°,3, quelle que soit la température à laquelle on l'ait fondue; ainsi, dans toutes les expériences, je n'ai pas trouvé une différence supérieure à $\frac{1}{10}$ de degré entre la température de solidification du soufre qui a été porté à l'ébullition et celle où se solidifie le même corps qui n'a été chauffé qu'à 170 degrés et même à 121 degrés.

» Cette constance du point de solidification ne se retrouve pas dans les autres variétés. Pour le soufre octaédrique, la température de solidification est le plus élevée quand on a produit la fusion à la température la plus basse possible, par exemple à 121 degrés : dans ce cas elle atteint 117°,4; si l'on a porté le liquide à 144 degrés, elle n'est plus que de 113°,4; elle descend à 112°,2 pour le soufre maintenu cinq minutes à 170 degrés où il est très-visqueux et où, suivant les expériences de M. Berthelot, se produit le maximum de soufre insoluble; à partir de cette valeur, elle s'élève rapidement à 114°,4, température de solidification du soufre qui a été porté aux diverses températures comprises entre 200 et 447 degrés. Cette dernière valeur est sensiblement la même que celle qui correspond à la solidification du soufre insoluble.

» Quant au soufre prismatique, la température de sa solidification dépend de son état antérieur. S'il provient du soufre insoluble, il se comporte comme lui; cependant, lorsqu'on le soumet à plusieurs fusions et solidifications successives, en ne dépassant pas beaucoup la température de fusion, le point de solidification peut s'élever de plus d'un degré. De même, s'il provient de soufre octaédrique, son point de solidification dépend de la température à laquelle on l'a porté. Ainsi, lorsqu'il provient de soufre chauffé à 170 degrés, dont le point de solidification est 112°,2, et qu'il a été liquéfié vers 120 ou 123 degrés, la température de solidification s'élève graduellement à chaque fois, et, après un nombre de fusions et cristallisations suffisant, elle redevient égale à 117°,4.

» Le soufre mou, le soufre en fleur et le soufre en canons conduisent, comme on pouvait s'y attendre, à des résultats intermédiaires entre ceux que j'ai signalés pour le soufre insoluble et le soufre octaédrique, qui entrent tous deux dans leur constitution.

» Ces particularités rendent compte de la diversité des nombres donnés pour température du changement d'état du soufre par des observateurs dont il n'y a pas lieu de mettre en doute l'habileté; elles font voir aussi combien sont tenaces les modifications qui résultent de la trempe du soufre puisqu'il faut, pour les faire disparaître, un nombre considérable de fusions et de cristallisations successives. »

PHYSIQUE. — *Sur les spectres calorifiques.* Note de M. **Aymonnet**, présentée par M. Desains.

« M. Desains, en 1868, a montré : 1° que, si l'on chauffe un corps à des températures différentes, l'accroissement d'énergie de son rayonnement

porte et sur la partie lumineuse et sur la partie obscure; 2° que, si l'on considère les spectres calorifiques donnés par des sources différentes, le maximum d'intensité varie de position avec la nature de ces sources. M. Lecoq de Boisbaudran, en 1871, a fait voir que, dans le spectre d'un métal, la raie la plus brillante était d'autant plus près de l'ultra-violet que la température de la source était plus élevée; il a montré aussi que certaine raie voisine de l'infra-rouge, visible à une température, cessait de l'être à une température plus haute, et qu'alors des raies non visibles primitivement vers l'ultra-violet le devenaient. MM. Brünner et Salet ont fait remarquer que l'hydrogène et un certain nombre de métalloïdes donnaient avec des sources de nature différente des spectres différents.

» Ayant eu la liberté de profiter des ressources du laboratoire dirigé par M. Desains à la Sorbonne, je me suis proposé : 1° de déterminer la distribution de la chaleur dans le spectre calorifique que l'on peut produire avec une lampe Bourbouze et un système réfringent en flint; 2° d'étudier les variations de ce spectre avec la température de la source; 3° enfin d'étudier de même les spectres d'absorption de divers corps et leurs variations avec la température de la source.

» Dans toutes mes expériences, les appareils ont toujours conservé leurs positions primitives.

» La lampe employée est essentiellement formée d'un bec Bunsen que surmonte un cylindre en toile de platine, fermé à sa partie supérieure. Dans ce cylindre se fait la combustion de gaz d'éclairage et d'air donné par une trompe; la tension de cet air est mesurée par un manomètre. Pour avoir des températures différentes et fixes, il suffit de faire varier la tension de l'air arrivant à la lampe et d'amener à cette dernière la quantité de gaz nécessaire pour lui donner le maximum d'éclat, qui correspond toujours à son minimum de sonorité. A ce moment la combustion paraît avoir lieu dans le cylindre seul.

» Pour estimer ces diverses températures, un actinomètre thermo-électrique est situé à 65 centimètres de la lampe. Les températures sont non pas mesurées, mais définies par la différence des positions d'équilibre de l'aiguille du galvanomètre et quand l'actinomètre reçoit de la chaleur de la source et quand il n'en reçoit pas.

» Ces différentes sources vues au spectroscope à un prisme donnent des spectres continus.

» Dans mes expériences, j'ai tantôt opéré par la méthode ordinaire des impulsions, tantôt par une méthode différente et dans laquelle on n'observe

que des positions d'équilibre définitives. Je reviendrai ultérieurement sur cette nouvelle manière d'opérer.

» Pour le moment, je me bornerai à indiquer un certain nombre de résultats.

» J'ai reconnu facilement d'abord que le maximum se rapproche de la partie la moins réfrangible du spectre à mesure que la température de la source s'abaisse. J'ai vu, en outre, que, dans ce cas, les courbes représentatives des résultats, tout en s'abaissant, glissent, sans se déformer, dans le même sens que le maximum.

» Puis, j'ai partagé les spectres étudiés en quatre portions définies par les distances angulaires du rouge extrême à chacune de leurs limites et, prenant les rapports des quantités de chaleur de chacune de ces parties à la quantité totale de chaleur du spectre considéré, j'ai obtenu les résultats consignés aux tableaux suivants :

TABLEAU I. — *Méthode des impulsions.*

Intervalles.	Températures mesurées par l'actinomètre.			
	$t = 10$.	$t = 8,2$.	$t = 7,2$.	$t = 3,2$.
$-1°.24'$ à $0°.16'$...	0,088	0,042	0,031	0
0.16 à 1.36...	0,443	0,441	0,433	0,307
1.36 à 2.56...	0,404	0,419	0,435	0,528
2.56 à 4.16...	0,064	0,098	0,101	0,164
	0,999	1,000	0,999	0,999

» Le platine commence à fondre quand l'actinomètre donne 10,3.

» Prenant les rapports des quantités de chaleur mesurées par la pile à celles mesurées par l'actinomètre, on a, pour les températures 10; 8,2; 7,2; 3,2, les rapports 9,14; 5,86; 5,77; 4,38.

TABLEAU II. — *Méthode des températures fixes.*

Intervalles.	Températures mesurées par l'actinomètre.				
	9,5.	7,4.	6,0.	4,6.	4,0.
$-0°.44'$ à $0°.16'$...	0,056	0,052	0,045	0,024	0,024
0.16 à 1.36...	0,445	0,420	0,406	0,394	0,388
1.36 à 2.56...	0,400	0,427	0,433	0,464	0,453
2.56 à 4.16...	0,098	0,100	0,114	0,116	0,134
	0,999	0,999	0,998	0,998	0,999

» Si l'on prend les rapports des quantités de chaleur répandues dans la partie lumineuse aux quantités totales répandues dans le spectre, on a,

pour les températures précédentes, les nombres 0,030; 0,022; 0,012; 0,003; 0.

» Prenant, comme précédemment, les rapports des quantités de chaleur indiquées par la pile à celles indiquées par l'actinomètre, on a les nombres 7,09; 5,74; 5,53; 5,24; 5,02.

» *Les tableaux I et II montrent les variations de la distribution de la chaleur dans le spectre avec la température, et l'on en déduit que le flint devient moins diathermane quand la température s'abaisse.*

» Enfin, en interposant sur le trajet des radiations de la source de l'iode en dissolution dans le chloroforme, j'ai reconnu que les minima, dont nous avions antérieurement reconnu l'existence, éprouvent tous des déplacements parallèles à mesure que la température s'abaisse.

» Le tableau suivant vérifie ces assertions :

	Minimum		
Températures.	*a.*	*b.*	*c.*
9,8......	1°.20′ à 1°.24′	1°.40′ à 1°.44′	2°.00′ à 2°.04′
9,5......	1.24 à 1.28	1.44 à 1.48	2.04 à 2.08
4,5......	1.40 à 1.44		2.20 à 2.24
4........	1.44 à 1.48	2.04 à 2.08	2.24 à 2.28
3,8......	1.48 à 1.52		2.28 à 2.32

» J'ai remarqué aussi que la dissolution précédente devient plus diathermane quand la température s'abaisse.

» Je continue à étudier les spectres d'autres corps, et je reviendrai, en parlant d'eux, sur ce dernier sujet. »

CHIMIE. — *Sur la présence du sélénium dans l'argent d'affinage;* par M. **H. Debray.**

« On trouve depuis longtemps déjà, et d'une manière assez fréquente, des lingots d'argent d'affinage au titre élevé de 998 à 999 millièmes, qui se prêtent mal à la confection des alliages industriels. C'est surtout pour l'alliage à 950 millièmes (premier titre) que la mauvaise qualité de cet argent apparaît de la manière la plus manifeste. Les barres ou lames de premier titre (orfévrerie et médailles) sont aigres et bulleuses; travaillées avec plus ou moins de peine, elles donnent des surfaces recouvertes de points grisâtres que le polissage fait difficilement disparaître et qui reparaissent toujours sous la dorure. Pendant la fusion des métaux, argent et cuivre, qui constituent l'alliage, il se produit une ébullition assez vive avec

projection de matière, même quand on opère, comme d'habitude, sous une couche de poussier de charbon.

» Cet argent ne présente d'ailleurs aucun caractère spécial à l'essai, il ne contient pas trace de soufre, toujours facile à reconnaître par la voie humide (1). Ce n'est donc pas à la présence de cet agent qu'il faut attribuer les propriétés fâcheuses que je viens d'énumérer; elles sont dues, comme on va le voir, à la présence du sélénium, dont on n'avait pas jusqu'ici signalé l'existence dans l'argent d'affinage.

» Pour reconnaître la présence de ce corps dans cet argent, on en dissout à chaud 100 grammes dans l'acide à 34 degrés B. qu'emploient les essayeurs; l'or qui existe toujours en petite quantité dans l'argent d'affinage reste sous forme de flocons noirâtres assez denses que l'on sépare de la solution d'azotate d'argent. On précipite celle-ci par l'acide chlorhydrique et l'on évapore ensuite à siccité et sans trop chauffer le liquide acide, filtré ou bien éclairci. Le sélénium se trouve alors dans le résidu à l'état d'acide sélénique; on le fait bouillir avec quelques gouttes d'acide chlorhydrique pour le transformer en acide sélénieux, et l'on ajoute alors à la liqueur ainsi obtenue une solution d'acide sulfureux qui réduit, surtout à chaud, l'acide sélénieux et donne, dans ces circonstances, un précipité ordinairement noir de sélénium, facile à laver et à caractériser.

» Si, au lieu d'employer l'acide à 34 degrés B., comme on le fait toujours dans les essais d'argent, on se sert d'acide très-dilué (de 10 à 15 degrés B.), on obtient un dépôt de petites lamelles cristallines grisâtres, d'apparence métallique, et qui sont constituées par du séléniure d'argent peu attaquable par l'acide étendu, mais facilement soluble dans l'acide concentré. J'ai constaté, de l'une ou de l'autre manière, la présence presque constante du sélénium dans l'argent affiné.

» L'argent fin de coupelle ne contient et ne peut évidemment contenir de sélénium; mais, si on lui en ajoute même de petites quantités, il perd la propriété qu'il a de donner des alliages ductiles et malléables, faciles à polir. Ainsi, en projetant dans un creuset, où l'on avait fondu $6^{kg},500$ d'argent fin de coupelle, 6 grammes de sélénium, on a obtenu un métal qui s'est comporté comme un mauvais argent d'affinage, quoiqu'une quantité notable de sélénium se fût vaporisée dans l'expérience, à cause de la légèreté

(1) L'argent sulfuré donne, quand on le dissout dans l'acide des essayeurs (à 34 degrés B.), un résidu noir qu'on dissout d'ordinaire en ajoutant de l'acide sulfurique à l'essai, ce qui le distingue de l'or, dont il diffère d'ailleurs par l'aspect.

relative de ce corps qui reste à la surface de l'argent fondu. Une quantité de sélénium notablement inférieure à $\frac{1}{1000}$ suffit donc pour empoisonner l'argent.

» On saisit maintenant la cause de l'ébullition produite par l'argent sélénié quand on l'allie avec le cuivre, qu'on emploie toujours à l'état de cuivre *rosette*. Ce métal contient une petite quantité d'oxygène, qui détermine dans toute la masse fondue une production d'acide sélénieux, gazeux à cette haute température. Le charbon qui recouvre la surface de l'alliage n'empêche pas cette réaction intérieure, et si on coule le métal avant que l'oxygène du cuivre rosette ait complétement réagi sur le sélénium, ce qui est assez long, on obtient nécessairement un métal bulleux. Les taches superficielles sont dues à des lamelles de séléniure d'argent disséminées dans toute la masse de l'alliage.

» L'origine du sélénium est facile à trouver : si quelques lingots venant des centres de production de l'argent en contiennent quelquefois, c'est surtout l'acide sulfurique employé dans l'affinage qui l'y apporte. On se sert, en effet, d'acide provenant de pyrites qui semblent contenir depuis un certain temps plus de sélénium qu'autrefois et fournissent un acide sulfurique contenant des quantités notables d'acide sélénieux (1). On fait bouillir l'alliage ternaire d'or, d'argent et de cuivre que l'on veut affiner avec une bien plus grande quantité d'acide qu'il n'est théoriquement nécessaire pour transformer l'argent et le cuivre en sulfates qu'un excès d'acide seul peut tenir en dissolution, et lorsqu'on déplace l'argent de cette dissolution acide par le cuivre, on précipite en même temps que l'argent la presque totalité du sélénium.

» Les affineurs ont donc un grand intérêt à n'employer que de l'acide sulfurique exempt de sélénium; en tout cas, comme ce corps est facilement oxydable, il est toujours facile de l'éliminer en fondant l'argent précipité par le cuivre dans une atmosphère oxydante ou en présence de nitrate de potasse ou de soude. »

(1) Pour reconnaître que l'acide sulfurique contient du sélénium, on l'étend de quatre fois son volume d'eau et l'on ajoute une solution concentrée d'acide sulfureux à la liqueur décantée ou filtrée. On chauffe ensuite vers 80 degrés : il se forme un précipité *ordinairement rouge* de sélénium divisé.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Recherches chimiques sur la végétation* (suite). *Fonctions des feuilles. Origine du carbone.* Mémoire de M. B. CORENWINDER, présenté par M. Peligot. (Extrait par l'auteur.)

« Un éminent physiologiste, Th. de Saussure, a démontré, au commencement du siècle, que les feuilles des plantes confinées dans une atmosphère privée d'acide carbonique s'altèrent rapidement et meurent si l'on persiste à les maintenir dans ce milieu défavorable.

» De Saussure opérait sur des plantes qu'il faisait végéter dans l'eau, et il plaçait sous la cloche où elles se trouvaient une certaine quantité d'eau de chaux pour absorber l'acide carbonique émanant de leur respiration.

» J'ai repris ce sujet en 1869, en opérant sur des végétaux maintenus dans des conditions normales.

» Parmi les nombreuses expériences que j'ai faites à cet égard, je citerai la suivante :

» Le 25 avril, j'ai introduit dans un ballon tubulé une branche de jeune figuier dont le tronc avait environ 1 centimètre de diamètre. Cette branche portait des feuilles à peine ouvertes et des bourgeons. J'ai fait traverser ensuite ce ballon, sans interruption, par un courant d'air pur à l'aide d'un aspirateur, afin d'enlever l'acide carbonique produit par ces jeunes organes, pendant la nuit ainsi que pendant le jour (1).

» La branche qui était enfermée dans le ballon ne fut pas séparée, bien entendu, du figuier qui végétait avec vigueur dans une terre convenable.

» Le 6 juin suivant, les feuilles qui étaient en dehors du ballon avaient acquis leur développement normal ; au contraire, celles que j'avais privées totalement d'acide carbonique commençaient à s'altérer et elles étaient restées fort petites.

» D'après cette expérience et celles qui ont été effectuées antérieurement par de Saussure et par d'autres observateurs, on est autorisé à conclure que, pour soutenir leur existence, les feuilles des plantes doivent absorber de l'acide carbonique par leur surface extérieure.

» Poursuivant mes recherches trois années plus tard, j'ai voulu savoir si l'on obtiendrait les mêmes résultats en faisant l'expérience précédente

(1) J'ai prouvé antérieurement que les bourgeons, les jeunes feuilles exhalent de l'acide carbonique, même lorsqu'ils sont exposés à la lumière. Ce phénomène cesse d'être *apparent* lorsque les feuilles sont plus développées.

sur des arbres de grandes dimensions, portant beaucoup de branches chargées de feuilles.

» Je citerai, entre autres, une de mes expériences qui a été effectuée sur un marronnier ayant 5 à 6 mètres d'élévation.

» Le 16 mars 1872, j'introduisis dans un grand ballon à trois tubulures l'extrémité d'une branche de ce marronnier, qui portait un bourgeon encore fermé, et je fis traverser sans interruption ce ballon, dont les tubulures étaient parfaitement closes, par un courant d'air qui avait été lavé dans une dissolution de potasse caustique. Le bourgeon s'épanouit régulièrement; il donna lieu à une production constante d'acide carbonique qui cessa, pendant le jour, lorsque les feuilles furent entièrement étalées. Ici je constatai des résultats différents de ceux qui précèdent. Contrairement à ce qui s'était passé dans l'expérience sur le jeune figuier, *les feuilles confinées ne furent pas arrêtées dans leur développement;* favorisées, dans l'intérieur du ballon, par une température plus élevée, elles s'accrurent avec rapidité, et, lorsque je mis fin à l'expérience, elles étaient sensiblement plus avancées que celles qui, ayant végété à l'air libre, avaient pu s'approprier l'acide carbonique de l'atmosphère.

» Il faut conclure de ces dernières observations que non-seulement les feuilles des végétaux peuvent acquérir du carbone par leur surface, mais qu'elles ont aussi la propriété de s'assimiler le carbone contenu dans l'acide carbonique qui circule dans leurs tissus. Une expérience de de Saussure confirme cette fonction. Cet observateur a vu que, lorsqu'on enferme un rameau feuillé attenant à un arbre en pleine végétation dans un ballon plein d'air privé d'acide carbonique, cet air s'enrichit bientôt en oxygène sous l'influence des rayons lumineux. »

PHYSIOLOGIE COMPARÉE. — *Sur le cœur des Crustacés.* Note de M. **Dogiel**, présentée par M. Cl. Bernard.

« J'ai mentionné, dans ma précédente Communication, que j'aurais à dire quelques mots sur les mouvements du cœur des Crustacés; voici ce dont j'ai pu me convaincre à ce sujet. Dès que la carapace d'une Langouste est enlevée, on remarque les mouvements du cœur, qui sont encore mieux visibles lorsque la partie du tégument qui recouvre cet organe est enlevée. Immédiatement après cette opération, le cœur se contracte de douze à vingt fois en une minute; d'abord cette contraction est lente, mais elle s'accélère ensuite peu à peu. Si l'on ouvre le cordon ganglionnaire et si

l'on suit en même temps les mouvements du cœur, on peut voir qu'en irritant ce cordon par l'électricité le mouvement du cœur se ralentit et s'arrête en diastole, pendant un temps dont la durée dépend de la force de l'excitation.

» On obtient le même arrêt du cœur en diastole, si, au lieu d'exciter le cordon ganglionnaire, on excite la partie périphérique du *péricarde* à l'endroit où les faisceaux musculaires se continuent avec les ligaments du cœur; mais, si l'on excite au moyen de l'électricité le cœur lui-même, il s'arrête en systole pendant un temps dont la durée est aussi déterminée par la force du courant. Cependant, dans ce cas, si l'on agit par un courant électrique interrompu trop fort, on observera, au lieu de la systole, une accélération des battements du cœur. Ce fait doit être expliqué par une excitation simultanée du cœur et des muscles du péricarde.

» Cette assertion peut être justifiée par ce fait, qu'après une excitation plus ou moins forte par le courant interrompu du cœur séparé du corps, on obtient uniquement le tétanos. Le caractère d'une semblable contraction tétanique du cœur prouve aussi que cet organe de la Langouste, étant mis à nu, peut être considéré comme cette espèce de muscle que M. Ranvier nomme *muscle rouge*. En comparant la courbe obtenue par les contractions du cœur séparé du corps de la Langouste avec celle d'une contraction musculaire de la queue du même animal, on verra que toutes les deux ont le même caractère.

» On peut donc conclure, de tout ce qui vient d'être dit, que le système nerveux influe sur l'arrêt du cœur dans la diastole et que cette action dépend justement du système nerveux. Les nerfs qui se trouvent en rapport avec les muscles du péricarde déterminent les contractions de ces derniers. Donc les faisceaux musculaires du péricarde doivent être considérés comme agissant en sens inverse sur les muscles du cœur même; ce sont des dilatateurs qui correspondent aux ailes du cœur des Insectes. En considérant le cercle restreint que présente la circulation très-incomplète, la structure spéciale du cœur de la Langouste et les propriétés du suc même qui circule dans le corps des Crustacés, je puis présumer que ces animaux, pareillement aux Insectes (*Corethra plumicornis*), n'ont pas une circulation analogue à celle des Vertébrés; il faut donc considérer le sang des Crustacés comme une lymphe et leur cœur comme un cœur lymphatique, dont les mouvements dépendent de l'action que le système nerveux exerce sur les éléments musculaires. »

PHYSIOLOGIE. — *Les membres de la Salamandre aquatique bien extirpés ne se régénèrent point.* Note de M. **Philipeaux**, présentée par M. Cl. Bernard.

« J'ai montré à l'Académie, le 20 novembre 1866, des Salamandres aquatiques auxquelles j'avais extirpé complétement, deux ans auparavant, le membre antérieur avec les os basilaires, et chez lesquelles il ne s'était fait aucune reproduction, même rudimentaire, des diverses parties de ce membre; j'avais conclu, à cette époque, que toutes les fois qu'on enlève sur une Salamandre aquatique les os de l'épaule d'un même côté, ce membre ne se régénère pas.

» Un physiologiste que la Science a perdu récemment, Legros, après avoir répété mes expériences, avait été conduit à dire que ma conclusion était trop absolue; à l'appui de cette assertion, il montrait à la Société de Biologie des Salamandres aquatiques auxquelles il croyait avoir extirpé complétement un des membres antérieurs, et chez lesquelles on voyait ce membre en voie de totale reproduction. Legros m'avait aussi fait voir ces Salamandres, ainsi que les membres extirpés; à la vue de ces membres, j'avais cru pouvoir lui dire que, certainement, les os basilaires n'avaient pas été complétement enlevés et que c'était là la seule cause de la différence de nos résultats. M. le professeur Robin a communiqué les expériences de Legros à l'Académie des Sciences; je crus devoir, dans une Note adressée aussi à l'Académie, maintenir l'exactitude de la conclusion que j'avais tirée de mes premières expériences. Je répétai néanmoins ces expériences.

» Le 1er juillet 1874, j'extirpai le membre antérieur et les os basilaires sur vingt Salamandres aquatiques et je fis nourrir ces animaux. Or, six mois après, je constatai, non sans surprise, que le membre antérieur enlevé était entièrement reproduit chez l'une des Salamandres, et que, chez une autre, il y avait un rudiment de reproduction de ce membre. Chez les dix-huit autres Salamandres, il n'y avait pas la moindre tendance à la régénération. Je pensai donc que, sur deux des vingt Salamandres mises en expérience, j'avais dû laisser en place une petite partie des os basilaires.

» Je refis la même expérience, le 2 janvier 1875, sur vingt autres Salamandres, en m'appliquant cette fois à pratiquer une extirpation absolument totale, et je fis nourrir avec soin ces animaux. Aujourd'hui, ces Salamandres sont opérées depuis plus d'un an; le membre enlevé ne s'est reproduit chez aucune d'elles, même d'une façon rudimentaire.

» J'étais donc jusqu'à un certain point confirmé dans la supposition que m'avait suggérée la série d'expériences faites le 1er juillet 1874.

» Il fallait, toutefois, démontrer nettement l'exactitude de cette supposition. Pour cela, j'ai pratiqué de nouveau l'extirpation du membre antérieur sur vingt Salamandres aquatiques, le 1er juillet 1875; mais, tout en enlevant le scapulum, j'ai laissé en place un très-petit fragment. Or, sur seize de ces Salamandres, le membre antérieur enlevé s'est reproduit et même complété chez la plupart d'entre elles. Il est probable que la petite partie du scapulum laissée sur les quatre autres Salamandres aura été détruite ou éliminée pendant le travail de cicatrisation de la plaie.

» Les expériences ne peuvent laisser aucun doute dans l'esprit des physiologistes; elles prouvent évidemment que j'étais dans le vrai, en affirmant qu'un membre antérieur enlevé chez une Salamandre aquatique avec les os basilaires ne se reproduit point; elles démontrent aussi qu'il suffit de laisser en place une parcelle du scapulum, pour qu'il puisse se faire une régénération complète du membre extirpé.

» Ces expériences ont été faites dans le laboratoire de M. Cl. Bernard, au Muséum d'Histoire naturelle. »

BOTANIQUE. — *De la signification du filet de l'étamine.* Note de M. **D. Clos.**

« L'étamine est de tous les organes floraux celui qui s'éloigne le plus de la feuille : c'est aussi celui dont la signification est encore la plus incertaine. Il semblait naturel de comparer le filet au pétiole, l'anthère à la lame de la feuille; cette interprétation, déjà ancienne, se trouve reproduite dans plusieurs traités modernes de Botanique didactique.

» J'ai cherché à montrer, en 1866, dans un travail intitulé *la Feuille florale et l'Anthère*, que, du moins dans la plupart des cas, l'anthère est un organe auquel rien ne correspond dans le limbe soit de la feuille soit du pétale.

» La comparaison d'un grand nombre de faits m'a appris que le filet staminal, loin d'être l'analogue du pétiole, représente ordinairement, dans les dicotylédons polypétales et dans les monocotylés à périanthe polyphylle pétaloïde, la nervure ou la portion médiane des pétales. Les arguments sont nombreux en faveur de cette thèse :

» 1° Que de plantes ne pourrait-on pas citer, indépendamment des

Caryophyllées et des Tropæolées, où l'on constate un rapport inverse de longueur entre les filets et les pétioles?

» 2° On voit figurés dans plusieurs ouvrages élémentaires les pétales intérieurs des Nymphéas se rétrécissant de plus en plus pour former les filets, au sommet desquels l'anthère se montre d'abord ponctiforme et comme un organe indépendant. Le phénomène inverse, l'élargissement du filet, avec disparition de l'anthère, pour former la lame du pétale, s'observe dans la duplicature de la Rose.

» 3° Il est des plantes (Ficoïdes, *Æonium ciliatum, Greenovia aurea*, etc.) où les pétales, très-étroits, ressemblent aux filets; il en est d'autres où les filets élargis ont la plus grande analogie avec les pétales (*Albucea, Eriospermum*, plusieurs espèces du genre Ail, etc.).

» Si le filet est sans rapport avec le pétiole de la feuille, s'il représente une bande longitudinale étroite du milieu du pétale sessile, est-il du moins l'analogue de l'onglet dans les pétales longuement onguiculés, tels que ceux de la plupart des Silénées, des Crucifères, etc.? Deux arguments plaident en faveur de cette assimilation : d'une part, l'onglet ne diffère guère de la lame que par la nervation; d'autre part, une anomalie de Saponaire a montré une anthère occupant sur le pétale la place des deux écailles qui surmontent l'onglet. »

CRISTALLOGRAPHIE. — *Sur le système cristallin de plusieurs substances présentant des anomalies optiques. Théorie des assemblages cristallins. Explication du dimorphisme.* Note de M. **Er. Mallard**, présentée par M. Daubrée.

« Des observations cristallographiques que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie dans une de ses dernières séances, on peut déduire, je crois, que les anomalies optiques signalées depuis longtemps dans un grand nombre de cristaux, et pour lesquelles Biot avait créé l'hypothèse de la polarisation lamellaire, s'expliquent très-simplement en supposant que ces cristaux sont des édifices formés par un réseau cristallin, unique, mais prenant des orientations variées.

» Ces enchevêtrements intérieurs, que dissimule la régularité de la surface polyédrique extérieure, ne se font point au hasard. Ils sont soumis à des règles très-simples qu'il est aisé de déduire des lois générales de la cristallographie.

» Disons tout d'abord qu'ils ne semblent possibles que dans les cas, remarquablement nombreux, où le réseau cristallin s'approche d'un certain

degré de symétrie, sans l'atteindre rigoureusement, c'est-à-dire possède ce qu'on appelle une forme primitive *limite*.

» Supposons, pour fixer les idées, un réseau orthorhombique dont les axes horizontaux a et b sont presque égaux entre eux, l'axe vertical c étant quelconque. Le réseau étant placé dans une position, que je désigne par A, telle que l'axe a soit parallèle au plan de la figure, je le fais tourner de 90 degrés autour de l'axe c. Il vient prendre une nouvelle position, que je désigne par B, dans laquelle l'axe b est venu remplacer a, et réciproquement.

» Or il résulte évidemment de la quasi-égalité des axes a et b que les deux réseaux A et B, très-peu différents l'un de l'autre, peuvent être assimilés aux réseaux de deux substances isomorphes. Ils seront donc aptes, comme ces derniers, à s'associer entre eux, à se combiner en quelque sorte en toutes proportions, sans que la cristallisation en soit troublée.

» Si, au lieu de partir d'un réseau presque carré, nous étions parti d'un réseau orthorhombique de 120 degrés, nous aurions trouvé trois positions A, B, C du réseau, obtenues en donnant au premier deux rotations successives de 120 degrés autour de l'axe vertical. Les matériaux de l'édifice cristallin seraient alors de trois natures différentes.

» Si la symétrie du réseau est presque cubique, les phénomènes seront différents, suivant que la symétrie réelle du réseau sera quadratique, ternaire ou binaire. Dans le premier cas, il y aura trois positions possibles du réseau correspondant aux trois axes quaternaires du cube; dans le deuxième cas, il y en aura quatre correspondant aux quatre axes ternaires; dans le troisième cas enfin, il y en aura six, correspondant soit aux six axes binaires, si l'angle de rhombe de la base de réseau est voisin de $70°32'$, soit aux trois axes quaternaires, si l'angle de ce rhombe est voisin de 90 degrés.

» Je n'entrerai pas dans une discussion plus complète des divers cas que peuvent présenter les édifices cristallins formés par les réseaux à symétrie limite. Il me suffit d'avoir montré quelle est la raison d'être de ces édifices et à quelles lois générales ils sont soumis. Il reste d'ailleurs quelque chose d'indéterminé et de variable : c'est le mode d'emploi des matériaux dont la nature peut disposer pour ces singulières constructions. Tantôt les réseaux différemment orientés seront enchevêtrés irrégulièrement, ainsi que cela a lieu pour l'amphigène ; tantôt ils se grouperont en cristaux juxtaposés et plus ou moins nettement séparés, comme on le voit dans l'arragonite, le sulfate rhombique de potasse, la boracite, etc.; tantôt ces

cristaux juxtaposés se pénétreront dans des zones plus ou moins larges tout le long de la surface de séparation, comme on le voit dans l'apophyllite, l'idocrase, etc. On conçoit enfin que le mélange des réseaux pourra devenir tellement intime qu'il ne sera plus possible de constater expérimentalement l'enchevêtrement auquel le cristal doit sa formation. Celui-ci paraîtra formé par un réseau simple.

» Mais, dans tous les cas, l'édifice cristallin, formé par la combinaison d'un ou de plusieurs réseaux isomorphes, sera soumis aux lois bien connues de semblables combinaisons. Le polyèdre qui limite extérieurement le cristal sera intermédiaire entre ceux qui conviendraient à chacun des réseaux combinés, en se rapprochant davantage de celui qui se rapporterait au réseau dominant. Les inclinaisons mutuelles des faces de ces polyèdres seront donc variables d'un échantillon à l'autre, suivant les proportions des réseaux isomorphes associés.

» J'ai constaté en effet, ainsi que l'avait indiqué Breithaupt, que les angles des faces des pyramides ne sont constants ni dans l'idocrase ni dans l'apophyllite. Les cristaux d'amphigène présentent des variations analogues, qui les éloignent ou les rapprochent plus ou moins de la symétrie quadratique. M. Schrauf a constaté de même, dans les cristaux de brookite, des variations d'angles telles, qu'il a été conduit à proposer, pour cette substance, trois formes primitives différentes.

» Les particularités géométriques que présentent les édifices cristallins formés par les réseaux à symétrie limite sembleront donc conduire à rapporter ces réseaux à des formes primitives différentes d'un échantillon à l'autre et plus encore d'une localité à l'autre. Mais, parmi tous les édifices cristallins possibles, il y en aura en général deux dont l'importance sera toute exceptionnelle.

» L'un sera constitué par le réseau fondamental ne prenant qu'une seule des orientations possibles; le polyèdre limite ne présentera alors que la symétrie propre au réseau. Le second édifice sera formé au contraire par le mélange plus ou moins intime et en proportion à peu près égale des réseaux différents correspondant aux diverses orientations possibles du réseau fondamental. Le polyèdre limite réalisera alors, d'une façon à peu près complète, la symétrie dont le réseau ne fait qu'approcher. La substance présentera donc, en apparence, deux formes primitives incompatibles, quoique voisines l'une de l'autre.

» Telle est l'explication générale que je propose du phénomène du *dimorphisme*.

» La conclusion principale qui se dégagerait de mes observations serait donc ce principe, formulé jadis par Haüy et auquel la science reviendrait après un long détour :

» *Une même substance ne peut former qu'un seul réseau cristallin, ou,* en employant le langage d'Haüy, *ne peut avoir qu'une seule forme primitive.*

» Il est bien entendu que deux substances chimiquement isomères doivent être regardées comme réellement différentes.

» Cette conclusion ne saurait être directement démontrée par l'observation que dans un petit nombre de cas. Je crois que l'induction et l'analogie suffisent pour la faire admettre là même où l'observation devient impuissante. »

MINÉRALOGIE. — *Sur un nouveau minéral des Pyrénées.* Note de M. E. **Bertrand**, présentée par M. Des Cloizeaux.

« J'ai reçu dernièrement de la mine de manganèse d'Adervielle, vallée du Louron (Hautes-Pyrénées), grâce à l'obligeance de M. Costeau, ingénieur, différents minéraux dont quelques-uns méritent d'être examinés attentivement.

» Je ne parlerai aujourd'hui que d'un silicate hydraté de protoxyde de manganèse, constituant une espèce minérale nouvelle que je dédie à M. Friedel.

» La Friedelite cristallise dans le système rhomboédrique; elle offre un clivage très-net perpendiculairement à l'axe principal; transparente en lames minces, elle est fortement translucide dans la masse. Double réfraction énergique à un axe négatif. Couleur d'un rose carmin, plus foncée que celle de la rhodonite; poussière d'un blanc rosé. Dureté 4,75. Densité 3,07. Facilement fusible en verre noir; donne de l'eau dans le tube; se dissout facilement en faisant gelée dans l'acide chlorhydrique; manifeste les réactions de manganèse.

» La moyenne de plusieurs analyses a fourni :

Silice	36,12
Protoxyde de manganèse avec un peu de fer	53,05
Magnésie et chaux	2,96
Eau	7,87
	100,00

» Le minéral se présente sous deux aspects différents, soit en masses

à structure saccharoïde, formées d'un grand nombre de lamelles hexagonales à clivages très-nets, soit en masses presque compactes où les clivages sont à peine visibles à l'œil nu.

» Ces deux variétés offrent la même composition et les mêmes propriétés physiques; elles passent d'ailleurs insensiblement de l'une à l'autre.

» L'espèce la plus voisine de la Friedelite, parmi les espèces minérales déjà connues, serait l'hydrotéphroïte d'Igelström (voir *Minéralogie* de Dana, p. 260); mais ces deux espèces sont complétement différentes : l'hydrotéphroïte est une altération de la téphroïte, tout à fait amorphe, sans aucune apparence de cristallisation; elle renferme près de 12 pour 100 de magnésie et ne contient que 28,46 de silice et 5,85 d'eau.

» La formule à laquelle on pourrait rapporter la Friedelite est

$$2MnO, SiO^3, HO,$$

en représentant la silice par SiO^3.

» Si l'on représente la silice par le symbole SiO^2, la formule devient

$$4MnO, 3SiO^2, 2HO. »$$

GÉOGRAPHIE BOTANIQUE. — *Sur la flore du grès de Fontainebleau.* Note de M. **Ch. Contejean**, présentée par M. Duchartre.

« La localité classique de Fontainebleau est devenue célèbre dans la Science, presque autant par les controverses auxquelles ont donné lieu la composition et l'installation de sa flore que par la richesse exceptionnelle de cette dernière. Depuis longtemps les partisans de l'influence physique du terrain sur la dispersion des plantes citent, à l'appui de leurs dires, certains exemples de contraste signalés dans la forêt de Fontainebleau, et leurs adversaires interprètent les mêmes exemples en faveur de l'influence chimique exclusive. Dans le remarquable Ouvrage où il établit sa doctrine bien connue (1), J. Thurmann se prévaut de la présence sur le grès siliceux compacte d'une foule de plantes du calcaire pour nier toute action de la chaux; il regarde même ce fait particulier comme un des arguments les plus décisifs à l'appui de sa théorie. Au contraire, M. Planchon (2) et d'autres botanistes expliquent l'existence d'une flore calcicole sur certains grès de Fontainebleau, par la présence, dans ces grès mêmes, d'une quan-

(1) *Essai de Phytostatique*, etc., t. I, p. 393. Berne, 1849.

(2) *Bulletin de la Société botanique de France*, t. I, p. 354; 1854.

tité notable de carbonate de chaux. De mon côté, je cite (1) également la même localité à l'appui de mes conclusions relatives à l'influence chimique du terrain; mais je ne le fais qu'avec une certaine réserve, parce que les observations enregistrées jusqu'à présent me semblent laisser à désirer.

» Les renseignements suivants, que je dois à M. Nouel, professeur au lycée de Vendôme, sont au contraire d'une grande précision; ils donnent gain de cause aux partisans de la théorie de l'influence chimique du terrain :

» 1° La petite vallée de l'Essonne, à Malesherbes, sépare à peu près le calcaire de la Beauce du grès de Fontainebleau; de telle sorte que, sur la rive gauche, on a toute la flore du calcaire, et, sur la rive droite, toute celle de la silice. Près du château de Rouville, à la porte même de Malesherbes, et, par conséquent, sur la rive gauche et du côté du calcaire, M. Nouel a vu, dans un pli de terrain perpendiculaire à l'Essonne, la flore du calcaire installée sur des affleurements de sables et de grès siliceux surmontés par le calcaire de la Beauce. Sables et grès produisent une vive effervescence avec les acides.

» 2° Un peu plus loin, rive droite, et, par conséquent, du côté du grès de Fontainebleau, le même observateur a vu les deux flores superposées, sans se confondre, dans le voisinage d'une carrière où l'on exploite une petite couche de calcaire dur, qui paraît intercalée au milieu du grès. Toute la masse de grès qui surmonte ce calcaire a la flore de la silice, tandis que les sables et les grès qui se trouvent au-dessous ont celle de la chaux. Or ceux-ci produisent une vive effervescence avec les acides, qui demeurent sans action sur les premiers. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur les propriétés antiseptiques du borax.* Note de M. **Bedoin**, présentée par M. Larrey.

« J'ai pris un morceau de 15 à 20 grammes environ de viande fraîche de boucherie (entre-côte de bœuf); je l'ai divisé en deux parties égales que j'ai placées dans deux flacons bien lavés et de pareille contenance (200 grammes à peu près). J'ai versé dans ces flacons, jusqu'aux $\frac{2}{5}$ de leur volume, de l'eau de rivière d'une part, et de l'autre une dissolution saturée de borate

(1) *De l'influence du terrain sur la végétation*, deuxième Mémoire (*Annales des Sciences naturelles*, Botanique, 6e série, t. II, p. 222; 1876).

de soude. Ces flacons, bouchés ensuite avec des bouchons de liége, ont été soigneusement étiquetés et laissés au repos du 3 mai à midi 30 minutes jusqu'au 8 mai à 10 heures du soir, soit *cinq jours et neuf heures*.

» Examinés comparativement à cette date, les contenus des deux flacons diffèrent sensiblement d'aspect. Dans celui qui renfermait la solution de borax, le liquide, de couleur rosée, est parfaitement limpide et ne montre aucun dépôt. Le fragment de viande qui s'y trouve est décoloré et incohérent, pour ainsi dire, mais sans être déchiqueté. Le contenu de l'autre flacon est louche, et a laissé déposer des parcelles organiques qui constituent une sorte de détritus comme flottant au fond de la bouteille. Le morceau de viande qui y avait été placé semble plus dissocié que l'autre; il est très-manifestement déchiqueté.

» Débouchés, les deux flacons se reconnaissent aisément; celui qui renfermait la solution saline est *entièrement inodore*; l'autre exhale à un haut degré l'odeur ammoniacale particulière aux substances animales en décomposition.

» Soumis à l'examen microscopique, le liquide de celui-ci montre *un très-grand nombre de microzoaires, animés des mouvements les plus vifs* (bactéries). Le premier, au contraire, ne révèle AUCUN ORGANISME VIVANT, AUCUN VIBRIONIEN.

» La propriété antiseptique du borax est susceptible de donner lieu aux applications les plus précieuses pour la prophylaxie et le traitement des affections virulentes *à bactéries*, la conservation des substances alimentaires, l'embaumement des corps et, en hygiène, pour l'assainissement des locaux infectés par certaines maladies zymotiques. »

« M. CHASLES fait hommage à l'Académie d'une Note historique de M. *Genocchi,* concernant les méthodes proposées à diverses époques pour résoudre trois problèmes de Fermat, relatifs à la théorie des nombres. Le premier consiste à trouver un triangle rectangle dont l'hypoténuse et la somme des deux autres côtés soient des nombres carrés; le second, à trouver un triangle rectangle dont le plus grand côté soit carré, et le plus petit diffère d'un carré de chacun des deux autres; le troisième, enfin, à trouver un triangle rectangle dont le plus grand côté soit un carré, ainsi que la somme des deux autres, et aussi la somme du plus grand et du moyen côté. Le premier problème a été traité d'abord par le P. Billy, puis par Frenicle, Ozanam, Euler, Lagrange, M. Le Besgue et ré-

cemment par M. E. Lucas (1). M. Genocchi démontre qu'il est possible d'appliquer à la résolution du deuxième et du troisième problème la méthode proposée par Lagrange et par Euler pour la résolution du premier, et remarque en passant une erreur échappée à Lagrange dans ses calculs numériques; il cherche à découvrir dans la correspondance de Fermat l'origine de ces problèmes. Son travail se termine par une Note : 1° sur quelques *grands nombres premiers* indiqués par Plana, et qui ne se trouvent pas mentionnés dans le travail récent de M. E. Lucas; 2° sur la *loi de réciprocité* de Legendre, ou *Theorema fundamentale* de Gauss, loi qu'Euler avait déjà énoncée précédemment d'une manière générale. »

« M. **Chasles** présente aussi à l'Académie un Mémoire de M. *Domenico Chelini* sur les *Principes fondamentaux de la Dynamique, avec leurs applications au pendule et à la percussion des corps*, dans lequel il invoque les beaux Mémoires de Poinsot. Ce travail important, écrit en italien, comme le précédent, est extrait des *Mémoires de l'Académie des Sciences de l'Institut de Bologne*. »

« M. **Chasles** présente également, de la part de M. le prince *Boncompagni*, le numéro de décembre 1875 du *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche*, dans lequel se trouve terminé le très-intéressant Ouvrage de M. L.-C. Beziat sur *la Vie et les travaux d'Hévélius*. A la suite est une Table très-étendue des publications scientifiques, en toutes langues, les plus récentes. A cette livraison, qui termine le tome VIII du *Bullettino*, se trouve joint, comme extrait du tome suivant, un Mémoire de M. Brioschi sur le problème des tautochrones : *Intorno a tre problemi aritmetici di Pietro Fermat*. »

M. A. **Arnaudeau** adresse la description d'un nouveau moteur basé sur la force élastique des corps solides.

L'appareil se compose d'un treuil à deux tambours de diamètres différents et munis chacun d'un engrenage. Ces deux engrenages ont le même diamètre et s'engrènent l'un dans l'autre. Une corde élastique est enroulée sur le petit tambour et fixée par son extrémité sur le grand. Si l'on fait tourner les engrenages, la corde s'enroule sur le grand tambour et s'al-

(1) *Nouvelles Annales de Mathématiques*, année 1875, p. 525. — *Comptes rendus*, t. LXXXII, p. 165; 10 janvier 1876.

longe dans le rapport des deux diamètres des tambours. Le treuil étant abandonné à lui-même, la corde produit un travail contraire en revenant autour du petit tambour. En employant toute la force d'un homme pour charger le treuil en dix minutes, on peut, à l'aide d'une roue d'échappement, forcer le gros tambour à ne se dérouler que dans plusieurs heures.

MM. F. VALTON et F. GAUTIER adressent une Note sur un procédé de dosage du fer dans les minerais difficilement attaquables aux acides.

M. A. MARCHAND adresse une Note sur la chaleur solaire.

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 1er MAI 1876.

(SUITE.)

Annaes do Observatorio do infante D. Luiz; volume decimo, 1872; volume decimo primeiro, 1873. Lisboa, imprensa nacional, 1872-1873; in-f°.

Teoria e pratica delle deviazioni dell' ago magnetico a bordo dei b a in ferro, per opera di NICOLO GARBICH. Trieste, tipog. C. Amati, 1876; in-8°.

H.-A. NEWTON and A.-W. PHILLIPS. *On the transcendental curves whose equation is* $\sin y \sin my = a \sin x \sin nx + b$. Sans lieu ni date; br. in-8°.

Address delivered at the anniversary meeting of the geological Society of London, on the 18th of february, 1876; etc. London, printed by Taylor and Francis, 1876; in-8°.

Experimental contributions to the theory of electrolysis; by A. TRIBE. Londres, 1876; in-8°. (From the *Proceedings of the royal Society*.)

OUVRAGES REÇUS PENDANT LA SÉANCE DU 8 MAI 1876.

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, publiée par les ordres de

M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce; t. LXXXIV. Paris, imp. nationale, 1876; in-4°.

Catalogue des brevets d'invention; année 1875, n° 11; année 1876, nos 1, 2. Paris, veuve Bouchard-Huzard, 1876; 3 liv. in-8°.

Annales de l'Observatoire de Paris, publiées par M. U.-J. LE VERRIER : *Mémoires;* t. XI, 1re et 2e Partie. Paris, Gauthier-Villars, 1876; 2 vol. in-4°.

Histoire naturelle des Oiseaux-mouches ou Colibris constituant la famille des Trochilidés; par E. MULSANT et feu ED. VERREAUX; t. II, 4e liv. Lyon, au Bureau de la Société Linnéenne, 1876; in-4°.

Les pandynamomètres; par G.-A. HIRN. *Théorie et application.* Paris, Gauthier-Villars, 1876; in-12.

Bibliothèque de l'école des Hautes-Études, publiée sous les auspices du Ministre de l'Instruction publique, section des Sciences naturelles; t. XIV. Paris, V. Masson, 1875; in-8°.

Notice sur les Titres et Travaux scientifiques du Dr MAREY. Paris, typog. Lahure, 1876; in-4°.

Notice sur les Travaux scientifiques de M. A. VULPIAN. Paris, imp. Martinet, 1876; in-4°.

Lumière. Spectre solaire. Couleurs propres des objets. Contrastes; par le Dr Ch. BRAME. Tours, imp. Ladevèze, sans date; br. in-8°.

Dr CH. BRAME. *Sur l'état utriculaire de l'eau.* Tours, imp. Rouillé-Ladevèze, sans date; br. in-8°.

Reale Istituto d'incorraggiamento. Rapporto sulla malattia delle viti causata dalla Fillossera, etc.; dal socio ordinario Ach. COSTA. Napoli, G. Nobile, 1875; in-4°.

Sulla mancanza di veri caratteri differenziali tra le piante e gli animali; per F. FABRETTI. Perugia, tip. Santucci, 1876; in-8°.

Cenni su due casi di polimelia nei Batraci. Nota letta all' Accademia medico-chirurgica di Perugia dal prof. F. FABRETTI. Perugia, tip. Santucci, 1875; br. in-8°.

Polimorfismo negli animali; per F. FABRETTI. Perugia, tip. Santucci, 1869; br. in-12.

Delle antiche morene vicine ad arco nel Trentino. Comunicazione del prof. G. OMBONI. Venezia, tip. Grimaldo, 1876; br. in-8°.

British Museum. A guide to the first and second egyptian rooms, in the Department of oriental antiquities. London, 1874; in-12.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 15 MAI 1876.

Cartes pour servir à l'intelligence de la France avec ses colonies faisant partie de l'Atlas physique, politique, économique; par E. LEVASSEUR, Membre de l'Institut; 1er fascicule. Paris, Delagrave, 1876; in-f°.

Exposé des titres de M. Barth. Paris, imp. V. Goupy, 1876; in-4°.

Notice sur les titres et travaux scientifiques du Dr A. GUBLER. Paris, imp. P. Dupont, 1876; in-4°.

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et documents; mai 1876. *Personnel.* Paris, Dunod, 1876; 2 vol. in-8°.

Annales de la Société d'Agriculture, Industrie, Sciences, Arts et Belles-Lettres du département de la Loire; t. XIX, année 1875. Saint-Étienne, imp. Théolier, 1875; in-8°.

Bulletins et Mémoires de la Société médicale des hôpitaux de Paris; t. XII, 2e série, année 1875. Paris, P. Asselin, 1876; in-8° relié.

Études géologiques sur le Var et le Rhône, pendant les périodes tertiaires et quaternaires. Leurs deltas. La période pluviaire. Le déluge; par A. DE CHAMBRUN DE ROSEMONT. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1873; in-8°.

Considérations sur le delta du Var; par A. DE CHAMBRUN DE ROSEMONT. Nice, imp. Caisson et Mignon, sans date; br. in-8°.

Ces deux Ouvrages sont adressés par l'auteur au concours Cuvier 1876.

Questions scientifiques; par H. MONTUCCI. Paris, Delagrave, 1876; br. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 17 avril 1876.)

Page 911, ligne 11, *au lieu de* et l'intégration en *v*, *lisez* et l'équation en *v*.

(Séance du 24 avril 1876.)

Page 986, lignes 31 et 32, *au lieu de* en états liquides, *lisez* métalliques.

(Séance du 8 mai 1876.)

Page 1098, ligne 15, *au lieu de* Cd, Ir, Tl, *lisez* Cd, In, Tl.
Page 1099, ligne 24, *au lieu de* Schwarzenberg (Silésie), *lisez* Schwarzenberg (Saxe).

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 MAI 1876.

PRÉSIDENCE DE M. LE VICE-AMIRAL PÂRIS.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

THERMODYNAMIQUE. — *Seconde Note sur les déterminations théorique et expérimentale du rapport des deux chaleurs spécifiques, dans les gaz parfaits dont les molécules seraient monoatomiques;* par M. YVON VILLARCEAU.

« En terminant la précédente Note, je me suis engagé à communiquer à l'Académie les documents complémentaires que je pourrais parvenir à me procurer. Je regrette de n'avoir rien à ajouter sur ce point; mais les remarques présentées par notre éminent confrère M. Berthelot m'obligent à établir le plus nettement possible le résultat, tel que je le conçois, de l'application des principes de la Thermodynamique à la question de la détermination du rapport des deux chaleurs spécifiques C et c, sous pression constante et sous volume constant, dans les gaz parfaits.

» Je rappellerai que je définis, au point de vue de la Thermodynamique, *gaz parfaits* ceux dont les molécules sont assez distantes pour que leurs actions mutuelles puissent être considérées comme égales à ce qu'elles seraient si leurs masses étaient concentrées en leurs centres de gravité.

» L'addition d'une certaine quantité de chaleur à une masse gazeuse, dont le poids est égal à l'unité de poids et le volume V reste constant, a

pour effet d'en accroître l'*énergie* d'une quantité qui est proportionnelle à cette quantité de chaleur, suivant la formule

$$\mathrm{E}c\,d\theta = d\Sigma\tfrac{1}{2}mv^2 + \Sigma f d\Delta,$$

f désignant la force, supposée attractive, qui s'exerce entre deux éléments matériels dont la distance est Δ et E l'équivalent mécanique de la chaleur. Or, si l'on désigne par f_1 et Δ_1 les forces et les distances correspondant aux molécules m_1, φ et δ les forces et les distances relatives à deux éléments matériels μ appartenant à une même molécule, il résulte, de la précédente définition des gaz parfaits, que l'on a

$$\Sigma f d\Delta = \Sigma f_1\, d\Delta_1 + \Sigma\Sigma\varphi\, d\delta.$$

Maintenant, soient v_1 la vitesse de m_1 et w la vitesse de μ dans le mouvement relatif aux axes de directions constantes qui se croisent au centre de gravité de m_1; on aura

$$\Sigma\tfrac{1}{2}mv^2 = \Sigma\tfrac{1}{2}m_1 v_1^2 + \Sigma\Sigma\tfrac{1}{2}\mu w^2.$$

» En vertu de ces relations, la formule précédente devient

$$(a)\qquad \Sigma c\,d\theta = d\Sigma\tfrac{1}{2}m_1 v_1^2 + d\Sigma\Sigma\tfrac{1}{2}\mu w^2 + \Sigma f_1\, d\Delta_1 + \Sigma\Sigma\varphi\, d\delta.$$

D'autre part, nous avons déduit de l'application du nouveau théorème de Mécanique générale (séance du 12 août 1872, équation 22) la formule

$$(b)\qquad d\Sigma\tfrac{1}{2}m_1 v_1^2 = \tfrac{3}{2}\mathrm{V}\,d\varpi,$$

où ϖ est la pression par unité de surface.

» Si l'on observe que, le volume V étant constant, la quantité $\Sigma f_1\, d\Delta_1$ est nulle, l'équation (a) devient, en vertu de (b),

$$(c)\qquad \mathrm{E}c\,d\theta = \tfrac{3}{2}\mathrm{V}\,d\varpi + d\Sigma\Sigma\tfrac{1}{2}\mu w^2 + \Sigma\Sigma\varphi\, d\delta.$$

Enfin on déduit, des lois de Mariotte et de Gay-Lussac,

$$\frac{\mathrm{V}\,d\varpi}{d\theta} = \alpha \mathrm{V}_0\varpi_0;$$

puis, de la loi de Joule,

$$\alpha\mathrm{V}_0\varpi_0 = \mathrm{E}(\mathrm{C} - c);$$

d'où

$$(d)\qquad \frac{\mathrm{V}\,d\varpi}{d\theta} = \mathrm{E}(\mathrm{C} - c).$$

Substituant cette valeur dans (c), on en tire

$$(e)\qquad \frac{\mathrm{C}}{c} = \frac{5}{3} - \frac{2}{3}\,\frac{1}{\mathrm{E}c}\left(\frac{d\Sigma\Sigma\frac{1}{2}\mu w^2}{d\theta} + \Sigma\Sigma\varphi\,\frac{d\delta}{d\theta}\right).$$

» La quantité entre parenthèses offre une signification très-précise : elle représente la variation, par degré d'accroissement de température, de l'énergie du système des atomes dans leurs mouvements autour des centres de gravité des molécules dont ils font partie.

» En présentant à l'Académie l'expression explicite du rapport $\frac{C}{c}$, je crois apporter une base de discussion, en ce qui concerne la théorie des gaz telle qu'elle résulte des principes admis dans la Thermodynamique.

» L'expression (e) montre que, s'il existe des gaz dont les molécules sont monoatomiques, le rapport $\frac{C}{c}$ doit être égal, pour ces gaz, au nombre $\frac{5}{3}$, quelle que soit leur nature chimique; mais elle ne prouve pas qu'il n'existe pas de gaz à molécules polyatomiques, pour lesquels ce rapport $\frac{C}{c} = \frac{5}{3}$ existerait en réalité.

» Cependant, on doit remarquer qu'il faudrait, pour qu'il en fût ainsi relativement à ces derniers, que l'*énergie*, dans les mouvements intramoléculaires, fût invariable, malgré l'accroissement de la température. Or, d'après les idées que l'on se fait communément sur les effets de la chaleur, la force vive intramoléculaire et les distances des atomes ne peuvent que croître avec la température.

» Notre formule (e) comprend implicitement les mouvements de rotation, auxquels notre savant confrère M. Berthelot a fait allusion, puisque les mouvements réels ont été remplacés par les mouvements des centres de gravité des molécules et par les mouvements autour des centres de gravité. On remarquera qu'en vertu de la définition relative aux gaz parfaits, les variations des mouvements de rotation ne pourraient résulter que des actions intramoléculaires; or ces actions intérieures n'ont aucune influence sur les mouvements généraux de rotation des molécules. Quant aux mouvements de rotation des atomes autour de leurs propres centres de gravité, on en tiendra compte, en remplaçant leurs masses par des fractions aussi petites que l'on voudra de ces mêmes masses et étendant les sommations à toutes ces fractions d'atomes.

» Peut-être quelques mécaniciens se refuseront-ils à admettre nos résultats : il en est, en effet, qui ne considèrent les principes de la Dynamique comme vérifiés que par les observations qui concernent le mouvement des groupes de molécules et ceux des corps célestes. S'arrêter aux molécules en s'autorisant de ce que l'on n'a pu expérimenter sur les atomes,

c'est s'exposer à retarder indéfiniment les progrès de la science moderne; car on ne peut guère s'attendre à ce que l'on parvienne à isoler les atomes, pour les étudier ensuite au microscope, comme on le fait à l'égard des Pucerons ou des Phylloxeras. La généralisation et l'extension, à titre d'hypothèse, des principes scientifiques les mieux établis nous offrent un puissant moyen d'investigation, sous la condition de constater l'accord des théories avec les observations; nous ne pouvons pas le négliger.

» Je ne crois pas devoir m'arrêter aux contradictions que M. Berthelot croit exister dans la notion d'un atome *indivisible* et cependant *étendu* et *continu*: cette notion est familière à bien des mécaniciens qui y joignent, sans le dire peut-être, celle d'une résistance absolue à toute déformation. J'avoue que je ne puis me figurer qu'il en soit autrement. »

M. Le Verrier expose l'organisation nouvelle du service départemental des avertissements météorologiques, dont l'établissement fournira d'utiles renseignements à l'agriculture, et dépose un document officiel imprimé relatif à cette question.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre qui remplira, dans la Section de Médecine et Chirurgie, la place laissée vacante par le décès de M. *Andral*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 56,

M. Marey obtient.	23	suffrages.
M. Vulpian.	22	»
M. Gubler.	5	»
M. Barth.	5	»
M. Davaine.	1	»

Aucun candidat n'ayant réuni la majorité absolue des suffrages, il est procédé à un deuxième tour de scrutin.

Au deuxième tour de scrutin, le nombre des votants étant encore 56,

M. Vulpian obtient.	32	suffrages.
M. Marey.	24	»

M. Vulpian, ayant réuni la majorité des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le concours du prix Gegner pour l'année 1876.

MM. Dumas, Chasles, Bertrand, Chevreul et général Morin réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Milne Edwards et Becquerel père.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le concours du prix Cuvier pour l'année 1876.

MM. Daubrée, Charles Sainte-Claire Deville, Milne Edwards, de Quatrefages et Delafosse réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Henri Sainte-Claire Deville et Des Cloizeaux.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le concours du prix Delalande-Guérineau pour l'année 1876.

MM. l'amiral Pâris, d'Abbadie, amiral Jurien de la Gravière, de Lesseps et de Quatrefages réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Boussingault et Dumas.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de présenter une question de grand prix des Sciences mathématiques à décerner en 1878.

MM. Hermite, Chasles, Puiseux, O. Bonnet et Bertrand réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Liouville et Bouquet.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de présenter une question de prix Bordin (Sciences mathématiques) à décerner en 1878.

MM. Puiseux, Hermite, Chasles, Bertrand et Liouville réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. O. Bonnet et Bouquet.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Sur les images photographiques obtenues au foyer des lunettes astronomiques*. Note de M. A. Angot.

(Renvoi à la Commission du Passage de Vénus.)

« On a remarqué depuis longtemps que l'image photographique d'un objet éclairé se trouve dilatée, les parties lumineuses empiétant sur les régions obscures. Dès le début de ses récentes recherches sur la diffraction (1), qui l'avaient conduit à retrouver des phénomènes de même ordre dans l'observation astronomique des astres à diamètre apparent sensible, M. André m'avait engagé à étudier les mêmes causes d'erreur dans l'observation photographique. J'ai l'honneur de soumettre à l'Académie la première partie de mon travail.

» La méthode expérimentale consiste à prendre, dans des circonstances variées, l'image photographique d'une source lumineuse formée de deux rectangles séparés par un intervalle obscur. L'augmentation de dimension que l'on observe pour chaque rectangle lumineux est égale à la diminution de l'espace obscur compris entre eux : la somme de deux quantités doit donc être constante, vérification précieuse qui donne le degré d'approximation de chaque expérience.

» L'image est obtenue au foyer de la lunette photographique que la Commission du passage de Vénus a bien voulu mettre à ma disposition. L'objectif, de 13 centimètres d'ouverture, et achromatisé par l'écartement des deux lentilles qui le composent, a, dans mes expériences, environ $3^m,80$ de longueur focale; $\frac{1}{500}$ de millimètre, mesuré sur l'épreuve, correspond donc à $0'',109$. La lentille et la source lumineuse photographiée sont disposées, dans les caves de l'École Normale supérieure, à 87 mètres l'une de l'autre, distance que rendait nécessaire la grande longueur focale de ma lunette. Enfin, les épreuves photographiques ont été mesurées avec les machines micrométriques de la Commission du passage de Vénus. En négligeant quelques-unes des précautions employées dans la mesure des épreuves du passage, j'ai pu abréger notablement la longueur de ces mesures, et me borner à évaluer le $\frac{1}{500}$ de millimètre, degré d'exactitude bien suffisant pour mes recherches.

(1) *Comptes rendus*, séances des 17 janvier et 13 mars 1876.

» Le fait capital est que la dimension de l'image photographique croît notablement lorsqu'on augmente soit la durée de pose, soit l'intensité de la lumière. Cet accroissement est tel que, dans les circonstances où j'opère, il a pu dépasser $0^{mm},2$ (environ 10 secondes). Voici, par exemple, les résultats des mesures de sept images obtenues successivement sur une même plaque daguerrienne, et pour lesquelles on n'a fait varier que la durée de pose :

Durée de pose.	Largeur (en $\frac{1}{500}$ de millimètre) du rectangle lumineux l.	de l'intervalle obscur o.	Somme $l+o$.
10 secondes.........	593,5	192,6	786,1
30 »	618,5	168,6	787,1
40 »	624,0	163,6	787,6
1 minute...........	632,6	155,2	787,8
2 »	645,7	141,4	787,1
4 »	656,4	130,0	786,4
7 »	673,8	113,4	787,2

» L'unité est, comme nous avons dit, le $\frac{1}{500}$ de millimètre, qui correspond à 0″,109, et la dernière colonne, $l+o$, dont les nombres doivent être constants, montre que l'erreur moyenne est environ de $0^{mm},001$ (0″,05).

» Le phénomène est absolument le même si l'on opère sur collodion sec ou humide, ou si l'on fait varier l'intensité de la lumière, laissant constante la durée de pose.

» Une première explication consisterait à supposer un *cheminement* de proche en proche de l'action photographique, cheminement qui devrait augmenter, comme les nombres cités plus haut, avec l'intensité de la lumière ou la durée de pose. Si une pareille hypothèse était exacte, la dimension de l'image serait plus petite sur une plaque ordinaire que sur une autre qui aurait été un peu exposée à la lumière avant de recevoir l'impression photographique. Dans ce dernier cas, en effet, l'action, ayant commencé, devrait se continuer plus facilement.

» Pour m'en assurer, j'ai exposé à la lumière une moitié de chaque plaque, et ai fait sur les deux moitiés une série d'épreuves correspondant deux à deux à la même durée de pose et à la même intensité, de façon que toutes les circonstances fussent identiques de part et d'autre, sauf l'exposition préalable à la lumière. L'expérience a été répétée un grand nombre de fois et a toujours donné des résultats contraires à ceux que pou-

vait faire prévoir l'hypothèse du cheminement. Je citerai seulement les nombres suivants :

1° *Plaque daguerrienne iodée et bromée.*

Durée de pose.	Largeur de l'image — dans la partie exposée antérieurement à la lumière.	Largeur de l'image — dans la partie non exposée.
30 secondes.......	514,9	535,6
1 minute.........	537,3	560,4
4 minutes........	563,0	581,5

2° *Plaque sur collodion sec.*

	Durée de pose.	Largeur de l'image — dans la partie exposée antérieurement à la lumière.	Largeur de l'image — dans la partie non exposée.
Intensité 1	1 minute	584,5	622,7
	2 minutes......	620,5	641,0
Intensité d'environ $\frac{1}{4}$	1 minute	516,5	558,0
	2 minutes......	558,5	579,0

» Les mesures d'épreuves faites sur collodion humide ne sont pas encore terminées, mais conduisent absolument au même résultat.

» Les images sur plaque impressionnée antérieurement sont donc toujours *plus petites* que sur plaque n'ayant pas vu le jour, ce qui est contraire à l'hypothèse d'un cheminement d'action et peut s'expliquer par des raisons purement physiques. C'est ce que j'essayerai de faire dans une prochaine Communication où, après avoir étudié les lois suivant lesquelles la dimension des images varie avec la durée de pose, l'intensité de la lumière et le diamètre des objectifs, je montrerai comment toutes ces lois, ainsi que l'effet de l'exposition antérieure à la lumière, peuvent se déduire de la théorie ordinaire de la diffraction au foyer d'une lentille. »

CHIMIE. — *Action des acides organiques sur les tungstates de soude et de potasse.* Mémoire de M. J. LEFORT. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Wurtz, Berthelot.)

« De tous les sels minéraux considérés comme neutres, d'après les rapports de leurs composants, il n'en est pas qui accuse, au tournesol, une réaction alcaline aussi prononcée que le tungstate neutre de soude.

» On sait que, dans les solutions un peu étendues de tungstates neutres de soude et de potasse, l'addition de certains acides organiques, tels que les acides acétique, oxalique, tartrique et citrique, ne donne lieu à aucune

réaction apparente. J'ai constaté qu'il se formait dans cette circonstance des tungstates acides, même en présence d'un grand excès d'acide ajouté. J'indiquerai cependant à la fin de ce travail que ces acides organiques peuvent dans un cas spécial se comporter comme des acides minéraux, c'est-à-dire produire de l'acide tungstique jaune.

» Un équivalent de tungstate neutre de soude pur exige, pour être rendu neutre au tournesol, les proportions suivantes d'acides organiques :

Acides acétique, oxalique et tartrique.......	Un demi-équivalent.
Acide citrique.......	Un tiers environ d'équivalent.

» Avec les trois premiers de ces acides, la soude se divise en deux parties égales et, tandis que l'une s'unit à l'acide, l'autre forme du bitungstate, en vertu de cette équation :

$$2(TuO^3\,NaO),\ Aq + \overline{A} = 2(TuO^3),\ NaO + \overline{A}\,NaO,\ Aq.$$

» I. *Acide acétique et tungstates de soude. — Bitungstate de soude.* — Lorsqu'on sature, jusqu'à réaction acide au tournesol, une solution aqueuse et froide de tungstate neutre de soude par l'acide acétique cristallisable, on obtient de beaux prismes allongés qui consistent en bitungstate de soude ayant cette composition : $2(TuO^3)NaO, 6HO$.

» *Tungstate acide de soude intermédiaire.* — Mais, si l'on verse la solution de tungstate dans l'acide acétique, le sel est différent. Celui-ci cristallise en prismes obliques ayant pour formule $5TuO^3, 2NaO, 11HO$. M. Marignac a déjà signalé deux tungstates à base de soude et d'ammoniaque qui ont cette même composition.

» Je désigne ce composé sous le nom de *tungstate acide intermédiaire*, parce qu'il peut être représenté par des équivalents égaux du bitungstate ci-dessus et du tritungstate de soude suivant. Je donne, dans mon Mémoire, la preuve que ce sel est bien une combinaison définie et non un mélange.

» *Tritungstate de soude.* — Une solution concentrée de bitungstate de soude, versée goutte à goutte dans de l'acide acétique cristallisable bouillant, occasionne un dépôt qui se réunit sous la forme d'une masse poisseuse. Ce produit est le tritungstate de soude, qui cristallise en prismes allongés, et qui a pour formule $3(TuO^3), NaO, 4HO$.

» Le tritungstate de potasse, dont je parlerai plus bas, et les tritungstates de baryte et de chaux que j'en ai obtenus ne laissent aucun doute sur

l'existence des tritungstates comme combinaisons définies. Je dois, du reste, rappeler que M. Marguerite a signalé le tritungstate d'ammoniaque.

» L'ébullition prolongée du bi ou du tritungstate de soude avec un excès d'acide acétique ne donne jamais d'acide tungstique libre, et le liquide ne renferme même qu'une très-petite quantité de métatungstate de soude, contrairement à ce qui a lieu avec les tungstates de potasse.

» II. *Acide acétique et tungstates de potasse.* — L'action de l'acide acétique sur les tungstates de potasse se calque en grande partie sur celle du même acide en présence des tungstates de soude.

» *Bitungstates de potasse.* — L'acide acétique concentré versé dans une solution froide de tungstate neutre de potasse, jusqu'à cessation de réaction, donne un précipité amorphe, peu soluble, qui a pour formule $2(TuO^3), KO, 2HO$; mais, si on le fait dissoudre dans l'eau bouillante, il cristallise en paillettes nacrées qui se représentent par $2(TuO^3), KO, 3HO$. Le sel cristallisé est le même que le bitungstate obtenu par M. Riche en décomposant le tungstate neutre de potasse par l'acide carbonique.

» *Tungstate acide de potasse intermédiaire.* — En retournant le mode opératoire précédent, c'est-à-dire en versant le tungstate neutre de potasse dans l'acide acétique en grand excès, on obtient un précipité qui a la même composition que celui à base de soude, car il a pour formule

$$5TuO^3, 2KO, 2HO.$$

Ce sel cristallise sous la forme de tables prismatiques, mais il ne jouit pas d'une grande stabilité, car l'eau bouillante le décompose en bi et en tritungstate de potasse.

» *Tritungstate de potasse.* — Mais, au lieu d'agir à froid, si l'acide acétique est bouillant, les liqueurs étant concentrées, le dépôt blanc qui se forme est le tritungstate de potasse, qu'on sépare aussitôt de son eau mère afin d'éviter sa conversion en métatungstate de potasse. Il cristallise en aiguilles très-fines, solubles dans 5 à 6 fois son poids d'eau à $+ 15^{\circ}$ et il se représente par $3(TuO^3), KO, 2HO$.

» Enfin, si l'on maintient pendant un certain temps à l'action de la chaleur un mélange de tritunsgtate de potasse et d'acide acétique, l'alcool en précipite du métatungstate, que l'on reconnaît en ce qu'il ne forme pas de sel insoluble avec l'acétate de baryte.

» III. *Acide oxalique et tungstates de soude et de potasse.* — Un demi-équivalent d'acide oxalique sature encore, au tournesol, un équivalent de

tungstate neutre de soude et il se produit du bitungstate et de l'oxalate de soude qui cristallisent ensemble, mais à l'état de mélange. Avec le tungstate neutre de potasse, la réaction est la même qu'avec l'acide acétique; il se précipite du bitungstate de potasse et l'oxalate de potasse reste dissous.

» IV. *Acide tartrique et tungstates neutres de soude et de potasse.* — Avec cet acide organique et les tungstates de soude ou de potasse neutres il y a formation de sels doubles incristallisables, des tartrotungstates dont je n'ai pu faire l'analyse complète. Cependant, d'après la synthèse du tartrotungstate de soude, je le crois composé ainsi :

$$2(TuO^3), NaO + C^8H^4O^{10}, NaO, Aq.$$

» V. *Acide citrique et tungstate de soude.* — Le tungstate neutre de soude exige un peu moins d'acide citrique pour sa saturation qu'en opérant avec les acides acétique, oxalique et tartrique, et il ne se forme pas de sel cristallisable. Pour obtenir du *citrotungstate de soude* pur et défini, il faut au moins deux équivalents d'acide citrique pour un équivalent de tungstate neutre de sôude; il se dépose alors de beaux prismes obliques réunis en houppes, qui ont pour formule

$$2(TuO^3), NaO + 4(C^{12}H^5O^{11}), NaO + 4HO.$$

» Les tungstates acides et certains acides organiques peuvent, dans des circonstances spéciales, mettre de l'acide tungstique en liberté, comme si l'on avait opéré avec des acides minéraux : ainsi, lorsqu'on concentre une solution d'acide oxalique et de bi ou de tritungstate de soude ou de potasse, ou bien si l'on projette des cristaux d'acide oxalique dans des solutions concentrées et chaudes de ces sels, le mélange jaunit par la précipitation de l'acide tungstique. Avec les acides tartrique et citrique la réaction, tout en étant du même ordre, est moins accusée, parce qu'il se forme d'abord des sels doubles sur lesquels l'excès d'acide organique a moins d'action. Quant à l'acide acétique, dans aucun cas il ne sépare la totalité de la soude des tungstates neutres ou acides. »

HYGIÈNE. — *Sur quelques propriétés physiques des eaux communes.* Mémoire de M. A. **Gérardin**. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres.)

« On peut rapporter toutes les eaux communes à deux types fondamentaux, représentés à Paris par la Vanne et la Seine.

» Le premier type est caractérisé par sa couleur bleue; l'eau bleue brille d'un éclat particulier, elle laisse passer la lumière sans la réfléchir à sa surface.

» Elle coule sur un fond ferme qu'on peut traverser à gué sans danger. Évaporée dans le vide à une basse température, elle laisse un résidu dans lequel le microscope ne révèle que quelques rares et brillantes diatomées. Elle peut se conserver sans altération pendant longtemps; j'ai vu le titre oxymétrique de la Dhuis rester invariable à 8,50 pendant plus de dix-huit mois dans des flacons en verre bouchés à l'émeri. Les matières ténues demeurent indéfiniment en suspension dans l'eau bleue, parce qu'elles y sont animées du mouvement brownien. Les matières albuminoïdes y donnent des mousses et des écumes abondantes; ce qui s'explique facilement, puisque, comme je l'ai remarqué, la mousse et l'écume ne peuvent se former qu'autour d'un noyau solide microscopique en suspension dans l'eau.

» L'eau bleue est très-précieuse pour l'alimentation. Elle ne peut pas convenir pour la plupart des usages industriels, parce qu'elle ne laisse pas déposer les corps en suspension.

» Le second type est caractérisé par sa couleur verte. L'eau verte est terne et sans éclat; elle n'est pas transparente à la lumière, qui se réfléchit à sa surface comme sur un miroir.

» Le fond manque de fermeté, et il est dangereux de s'y aventurer. Son évaporation dans le vide laisse un résidu abondant d'algues unicellulaires microscopiques. Elle s'altère et se corrompt facilement. A bord d'un navire, l'eau de Somme, dont le titre oxymétrique est 7,6, tombe en huit jours à 2,3. L'eau verte dépose rapidement les corps qu'elle tient en suspension, parce que ces corps ne possèdent pas le mouvement brownien. Avec les matières albuminoïdes elle ne donne ni mousses, ni écumes. Elle doit être rejetée du service de l'alimentation, et doit être réservée exclusivement pour les usages industriels; aucune eau ne peut la remplacer pour ce dernier emploi.

» On ne trouve pas les mêmes algues, ni les mêmes mollusques dans les eaux bleues et les eaux vertes. Le *blanc vert* du calcaire grossier me semble avoir dû se déposer en eau verte, et les *sables et calcaires de Rilly* en eau bleue.

» Je ne connais aucun moyen de ramener l'eau verte à l'état d'eau bleue, mais il y a mille manières de transformer l'eau bleue en eau verte. Les matières organiques en décomposition sont un des agents les plus actifs de

cette transformation. La Seine, bleue à Corbeil, est verte à Paris et reste verte jusqu'à Caudebec, c'est-à-dire jusqu'au point où la mer agit sur elle.

» De jour en jour, les égouts déversés imprudemment dans les rivières réduisent la quantité des eaux bleues de France. A Paris, les particuliers laissent gâter dans leurs réservoirs les eaux admirables de la Vanne et de la Dhuis. En mer, les équipages souffrent de ce que l'eau embarquée est mal choisie ou mal conservée. Avec un peu de soin, il sera facile d'éviter ces inconvénients et de faire cesser bien des souffrances. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur le plomb contenu dans certaines pointes de platine employées dans les paratonnerres;* par M. S. de Luca.

(Commissaires : MM. Becquerel, du Moncel.)

« Au commencement de cette année, on a posé à l'Observatoire du Vésuve des paratonnerres munis de quatre pointes de platine; des deux plus élevées, on a trouvé l'une, à l'orient, en partie fondue, le 8 février dernier, sans que cependant on eût entendu le bruit de la foudre; l'autre, à l'occident, au 21 mars dernier, fut également fondue par un coup de tonnerre qui effraya les personnes qui se trouvaient dans l'édifice, et en même temps un fort courant parcourut dans l'édifice le fil du télégraphe et fondit les relais et la boussole ; le courant continua sa course par les fils des sonnettes électriques, et en fondit quelques-unes.

» I. La première pointe de platine, fondue à l'extrémité la plus fine, en un petit globule de forme sphérique, me fut remise par M. Palmieri, pour en faire l'analyse; elle pesait 11gr,188.

» Avant tout, je pensai à déterminer sa densité qui, à la température de 14 degrés centigrades, donna le chiffre de 19,09. Ce résultat me fit supposer l'existence d'un métal étranger, et relativement léger, puisque la densité du platine pur n'est jamais inférieure à 21. Ayant réduit en limaille la partie fondue, j'en ai traité une portion par l'acide nitrique faible, qui produisit une légère réaction avec dégagement de quelques traces de vapeur nitreuse; je fis évaporer à sec le liquide acide, et je repris le résidu avec quelques gouttes d'eau. Dans cette solution aqueuse, je réussis à constater toutes les réactions du plomb.

» Quant à la pointe de platine, après avoir séparé à l'aide de la lime la partie fondue, je l'ai traitée avec l'acide nitrique étendu et presque bouillant, pendant environ une demi-heure ; j'ai remplacé le liquide acide par de l'a-

cide nitrique concentré, et, après une demi-heure de contact à chaud, je l'ai décanté et réuni au précédent. Les liquides réunis, évaporés à sec, et le résidu repris avec quelques gouttes d'eau distillée ont fourni une solution dans laquelle j'ai constaté les réactions du plomb. La dernière portion de limaille de la pointe de platine a fourni, dans une recherche quantitative, environ 9,5 pour 100 de plomb. Après de tels traitements, opérés sur la pointe de platine, et après l'avoir lavée et chauffée, j'en voulus déterminer la densité, et à la température de 15 degrés je la trouvai égale à 19,820. L'augmentation de densité s'explique par la séparation qui avait été faite, sous forme de nitrate, d'une portion du plomb contenu. La présence du plomb dans cette pointe de platine explique la facile fusibilité de l'alliage.

» Une pointe de platine, pour paratonnerre, achetée à la fabrique de platine des frères Chapuis, à Paris, pesant $10^{gr},627$, avait une densité de 21,16, à la température de 14 degrés; elle ne contenait pas de plomb, puisqu'elle n'a rien cédé de son poids à l'acide nitrique bouillant.

» II. L'autre pointe de platine, fondue sur le paratonnerre de l'Observatoire du Vésuve, pesait $10^{gr},577$; et, à la température de 18 degrés, sa densité a été trouvée égale à 18,72.

» La partie extrême, qui était fondue, ne présentait pas la forme sphérique, comme la précédente; mais elle avait l'apparence d'un appendice, long, peu épais, et de forme irrégulière; ce qui me fit croire à une plus grande fusibilité de cette pointe de platine, ou à une action exercée sur elle par une chaleur plus élevée. Cette pointe de platine a été laminée, et, sous cette forme, à la température de 19 degrés, elle offrit une densité de 18,65. Ce résultat diffère peu du nombre (18,72) qui représentait la densité de cette même pointe avant qu'elle eût été soumise au laminoir.

» Quelques-unes des petites lames extraites de cette pointe de platine furent soumises à l'action de l'acide nitrique concentré et bouillant, et ensuite à l'action de l'acide nitrique faible et chaud. Ce traitement fut répété plusieurs fois, et les liquides acides réunis furent évaporés presque à sec, et ensuite le résidu repris par l'eau distillée. Dans cette solution aqueuse, encore acide, j'ai constaté facilement la présence du plomb.

» Les mêmes petites lames de platine, après avoir subi l'action de l'acide nitrique, et après avoir été lavées et chauffées, ont présenté à 18 degrés une densité égale à 19,65. D'où il résulte que, par la perte du plomb enlevé par l'acide nitrique, les lamelles ont augmenté de densité.

Une détermination quantitative, faite sur une lamelle de la seconde pointe, a montré que le plomb s'y trouvait dans la proportion d'environ 12 pour 100.

» En chauffant à la flamme du chalumeau de petits fragments extraits des deux pointes de platine, on obtient non-seulement une vive coloration verte, mais aussi une projection au loin et à de courts intervalles de petits globules de platine. Le platine pur, en fils, en lames, ou sous forme quelconque, ne produit ni coloration verte, ni projection de matière.

» En résumé, les deux pointes de platine, fondues en partie sur les paratonnerres de l'Observatoire du Vésuve, à Naples, contenaient de 10 à 12 pour 100 de plomb. La présence du plomb facilite, comme on le sait, la fusion du platine. La densité des pointes de platine contenant du plomb est inférieure à celle du platine pur; cette remarque permet de reconnaître très-simplement la fraude. En outre, le mélange du plomb au platine se reconnaît facilement au chalumeau, dont la flamme se colore en vert. Il faut donc recommander que les pointes de platine en usage pour les paratonnerres aient au moins une densité égale à 21. »

M. **Bédoin** adresse, par l'entremise de M. Larrey, une Note « sur les propriétés antiseptiques du borax. » (Extrait.)

« Le 12 mai, ayant reçu une quinzaine de grammes de sang provenant d'un cheval atteint de morve (1), j'en fis l'examen au microscope environ une heure après sa sortie de la veine; ce sang renfermait d'assez nombreuses bactéries animées de mouvements très-manifestes.

» Séance tenante, la moitié de ce sang a été versée dans un petit flacon contenant 1 ou 2 grammes de borax en poudre.

» Le 19 mars, le liquide est examiné : aucune espèce de trouble ne s'y montre : le contenu du flacon, à l'exception d'une petite couche de borax non dissoute et qui en occupe le fond, est d'une belle couleur rosée et d'une transparence parfaite; nulle odeur ne s'en dégage. Enfin, au microscope, il est impossible de découvrir aucune bactérie vivante. De très-rares bâtonnets apparaissent çà et là, absolument immobiles. On y observe : 1° quelques amas épithéliaux isolés; 2° quelques granulations graisseuses libres; 3° des

(1) Ce cheval a été abattu et autopsié avec soin. Les pièces m'ont été montrées le 16 mai au matin : elles présentaient à un haut degré les lésions caractéristiques de la morve.

microzymas en certaine abondance, dénués de tout mouvement; 4° des globules sanguins *dans un parfait état de conservation.* »

Cette Communication est renvoyée à l'examen de la Commission précédemment nommée.

M. Alph. Milius adresse une Note sur la préparation d'un mélange contenant du cyanure de potassium, dont il a déjà proposé l'emploi en 1873, pour détruire le Phylloxera. (Extrait.)

« Le cyanure de potassium employé dans les arts est un mélange de cyanure de potassium pur et de carbonate de potasse. Pour le fabriquer, on prépare du cyanure de potassium impur avec lequel on fait du prussiate qui, moulu, desséché et fondu, avec son poids de carbonates de potasse ou de soude, reforme du cyanure de potassium pur. Ce cyanure, résultat d'une série de trois fabrications, est d'un prix élevé.

» Le cyanure de potassium que je propose est un mélange de cyanure de potassium impur et d'hydrate de potasse. C'est le produit direct du salin obtenu par la fusion des matières animales avec de la potasse caustifiée par de la chaux. Une seule opération suffit, ce qui permet d'obtenir le produit à bon marché. »

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

MM. Dumas, L. Holtz, V. Mallard adressent des Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission.)

M. F. Chassy soumet au jugement de l'Académie un Mémoire sur un nouveau dispositif de navire aérien.

Ce Mémoire, accompagné de plusieurs dessins, est renvoyé à l'examen de M. Dupuy de Lôme.

M. Mayet prie l'Académie de vouloir bien comprendre, parmi les pièces admises au concours des prix de Médecine et Chirurgie, un Ouvrage intitulé : « Statistique médicale des hôpitaux de Lyon », qu'il a présenté, l'année dernière, pour le Concours de Statistique.

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et Chirurgie.)

MM. A. Delpech et Hillairet adressent, pour le concours des prix de Médecine et Chirurgie, un Mémoire sur les accidents auxquels sont soumis les ouvriers employés à la fabrication des chromates.

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et Chirurgie.)

M. Condamy adresse, pour le concours du prix Alhumbert, un Mémoire manuscrit intitulé : « Étude sur le mode de nutrition des Champignons ».

(Renvoi à la Commission.)

M. Melsens adresse à l'Académie, pour le Coucours des Arts insalubres, divers documents constatant l'effet utile obtenu par l'emploi de l'iodure de potassium dans les ateliers où les ouvriers sont exposés au contact du mercure ou aux émanations des vapeurs mercurielles, ainsi qu'à l'action des préparations plombeuses.

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres.)

M. Paquelin adresse, pour le concours des prix de Médecine et Chirurgie (fondation Montyon), la description de son thermo-cautère.

(Renvoi à la Commission.)

CORRESPONDANCE.

PHYSIQUE. — *Sur la diffraction instrumentale.* Note de M. Ch. André.

« Dans une Communication précédente (1), je disais que deux observateurs armés de lunettes de différentes ouvertures ne devaient point observer le premier bord de la Lune au même instant ; mais que, par suite de la *diffraction instrumentale*, la lunette de plus petite ouverture devait montrer le premier bord de notre satellite plus tôt que l'autre.

» Or, parmi les observations de la Lune faites à l'Observatoire de Paris (2) en 1875, il en est vingt-quatre du premier bord faites le même jour à la lunette méridienne de Gambey ($0^m,17$) et au grand cercle méridien

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 13 mars 1876.
(2) *Ibid.*

(0^{m},24 d'ouverture). Leur comparaison est la preuve immédiate du fait que je rappelais plus haut; et la différence moyenne, *lunette méridienne — grand cercle méridien*, corrigée de la différence des équations personnelles des deux observateurs, que j'admets être la même pour la Lune que pour les étoiles, est égale à 0^{s},091; soit en arc 1",365.

» Cette quantité est la somme des effets de la diffraction instrumentale et de la différence des aberrations des deux lunettes.

» Il en résulte que, pour avoir avec toute l'exactitude possible la longitude d'un lieu par les culminations lunaires, il convient de ne comparer ces observations qu'à celles faites avec un instrument type *de même ouverture;* et surtout de déterminer aussi souvent que cela est possible le diamètre de la Lune, avec l'instrument type et à la station dont on cherche la position (le 6 juin prochain, par exemple, la Lune passera au méridien de Paris dans des conditions favorables pour cette détermination).

» D'un autre côté, si notre théorie est vraie, le diamètre de la Lune déduit d'une observation d'occultation d'étoile faite derrière le bord lumineux de la Lune doit surpasser celui qu'on obtient à l'aide d'une observation faite derrière le bord obscur de toute la valeur de la *constante de la diffraction instrumentale* relative à la lunette employée. Or, si l'on discute, à ce point de vue, les observations d'occultation faites à l'Observatoire de Greenwich de 1838 à 1852 avec l'équatorial Est (0^{m},17 d'ouverture), on voit que cette différence est 1",74; la théorie donnerait 1",55. »

PHYSIQUE. — *Modifications dans les piles électriques, rendant leur construction plus facile et plus économique.* Note de M. **Onimus**, présentée par M. Edm. Becquerel.

« Les modifications que nous désirons signaler portent sur la substitution du papier-parchemin comme diaphragme au vase poreux, et sur une disposition très-simple des différentes parties de la pile, qui présente de grands avantages comme facilité et rapidité de construction. Le papier-parchemin, par sa souplesse, se prête à toutes les formes, il n'offre qu'un volume insignifiant et agit, de plus, comme dialyseur, aussi efficacement que la terre poreuse. La pile au sulfate de cuivre, par exemple, devient ainsi d'une grande simplicité et peut être montée en un instant par toute personne. Il suffit d'envelopper un cylindre de zinc avec une feuille de

papier-parchemin et d'enrouler en spirale sur le papier-parchemin, formant ainsi diaphragme, un fil de cuivre; celui-ci maintient le papier-parchemin contre le cylindre de zinc et suffit comme moyen de fermeture. On plonge le tout dans une solution de sulfate de cuivre et la pile fonctionne aussitôt avec régularité. Toutes les parties de la pile constituent ainsi un petit cylindre à peine plus volumineux que le cylindre de zinc qui est employé. Le diaphragme et les métaux ne forment donc qu'un seul tout, ce qui en facilite beaucoup et le transport et le maniement.

» Pour quelques piles au charbon, on peut employer une disposition analogue : on enveloppe le charbon avec le papier-parchemin et l'on met à l'extérieur soit un cylindre de zinc, soit un gros fil de zinc, qui sert en même temps à retenir le papier-parchemin. Lorsque la pile ainsi construite a été humectée, elle peut fonctionner plusieurs heures hors du liquide excitateur, et l'on peut même la rendre encore plus portative et lui donner presque tous les avantages d'une pile sèche en pliant le papier-parchemin en deux et en mettant dans l'intérieur le sel excitateur. Cette modification a encore l'avantage d'obtenir les effets d'une pile à deux liquides avec un seul liquide. En effet, en plongeant cette pile dans un liquide excitateur, il s'établit aussitôt une différence entre celui-ci et le liquide qui a pénétré dans l'intérieur et qui se trouve placé entre le papier-parchemin et le métal enveloppé. »

PHYSIQUE. — *Nouvelles expériences sur la flexibilité de la glace.* Note de M. J.-J. Bianconi, présentée par M. Milne Edwards.

« Le problème du mouvement des glaciers fit étudier la question de la plasticité de la glace par des savants distingués, Rendu, Forbes, Agassiz, Tyndall, etc. Dans des recherches publiées dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences de Bologne*, en 1871, vol. I^{er}, 3^{e} série, page 155, j'ai fait connaître la *flexibilité* de la glace, c'est-à-dire la propriété qu'ont des bandes de glace de se *plier*, et de subir une *torsion*, lorsqu'elles sont soumises à des efforts convenables, sous une température de $+1$ à $+5°$ R. La facilité remarquable avec laquelle la glace se laisse plier ou tordre est pourtant accompagnée de sa fragilité habituelle toutes les fois qu'elle est frappée subitement. Il faut donc que l'action modificatrice soit une action lente et prolongée, et que la température soit un peu supérieure à zéro.

» Une nouvelle série de recherches a été entreprise dès 1873, et poursuivie jusqu'en février dernier. Dans cette nouvelle série, dont les résultats ont été présentés à l'Académie de Bologne le 23 mars dernier, je me suis proposé d'étudier si la glace, outre sa *flexibilité* et sa propriété de se laisser tortiller, jouit encore de la *compressibilité* ou de l'aptitude à subir une empreinte à la manière de la cire, qui reçoit l'impression du cachet et se gonfle autour du cachet même. Des expériences ont été commencées avec des cailloux granitiques placés sur une surface de glace et pressés par un pressoir à pression constante, durant quatre, six, huit, dix heures à une température ambiante de + 1, à + 5° R. L'impression a été plus ou moins profonde, mais elle était entourée par un rebord élevé qui, lui-même, était environné par une autre légère cavité de circonvallation. On comprend que la cavité centrale était l'effet en partie de la compression violente exercée, et en partie de la fusion produite par la chaleur propre du caillou. La légère concavité externe était de même l'effet de l'irradiation calorifique initiale du caillou, car lorsqu'on a eu le soin de mettre préalablement le caillou dans la glace, cette cavité de circonvallation a presque disparu. Enfin, le rebord élevé, ou ce cordon qui entoure la cavité centrale, est le regonflement de la glace produit par la pression. Cela apparaît plus clairement lorsque, la pression du caillou s'exerçant obliquement sur un point de la surface de la glace, on voit se produire une protubérance sur un point opposé.

» Par d'autres expériences, on a reconnu, dans des conditions particulières, que la glace expulsée par la pression se relevait en forme de crête sur les bords du corps comprimant. Par exemple, une plaque de fer de 3 millimètres de grosseur, présentant au centre une ouverture carrée, ayant été fortement appliquée, durant huit heures, sur une surface de glace bien aplanie, il y a eu boursouflement près des bords du carré; il s'est formé une crête haute de quelques millimètres, qui s'est renversée sur les bords métalliques. De même, une barre de fer plano-convexe, après une compression énergique de dix heures à + 3° R., s'est enfoncée dans une plaque de glace aplatie. La glace a été expulsée de dessous la barre; elle est montée en crête le long des deux bords, et elle s'est appliquée sur les deux faces latérales déclives de la barre.

« La glace possède donc une *compressibilité* ou *plasticité* bien manifeste, mais tardive et très-limitée. »

CHIMIE. — *Sur les azotures et carbures de niobium et de tantale;* par M. A. Joly.

« Dans leurs *recherches sur le titane,* MM. Wöhler et H. Sainte-Claire Deville ont montré qu'un mélange d'acide titanique et de charbon chauffé au rouge blanc absorbait l'azote. Dans les circonstances diverses où l'on peut se placer pour obtenir le titane à l'état métallique, l'azote de l'air traversant les parois des creusets de charbon ou les traces de ce gaz laissées dans les appareils sont absorbés et empêchent le titane de se conserver à l'état métallique aux températures élevées.

» Plus tard, essayant de réduire l'acide niobique par un mélange de carbonate de soude et de charbon, M. H. Sainte-Claire Deville constata la production d'une matière cristallisée qui, fondue avec la potasse, dégageait de l'ammoniaque.

» En répétant ces expériences dans des circonstances variées, j'ai pu constater que le carbone se combinait aussi avec le métal et qu'on obtenait ainsi des mélanges à proportions variables d'azoture et de carbure, la proportion de ce dernier allant en croissant à mesure que l'on opère à des températures plus élevées.

» Ainsi, lorsqu'on chauffe à la température des essais de fer, dans un creuset de charbon, un mélange d'acide niobique, de carbonate de soude et de charbon pur, ou plus simplement un niobate alcalin peu riche en alcali, il reste comme résidu de l'opération une masse cristalline, très-faiblement agglomérée, de couleur olive. J'ai obtenu ainsi pour des durées différentes de chauffe les mélanges

$$Nb^2C^2, \tfrac{4}{5}Nb^2Az, \text{ et } Nb^2C^2, \tfrac{2}{3}Nb^2Az.$$

» A la température de fusion du nickel, soutenue pendant six à sept heures, il se produit de longues aiguilles très-brillantes, gris violacé, moins riches en azote

$$Nb^2C^2, \tfrac{1}{5}Nb^2Az.$$

A des températures moyennes, les mélanges obtenus sont intermédiaires.

» Traités par le chlore, ces divers produits donnent du chlorure de niobium sans trace d'oxychlorure, ce qui montre bien que l'oxygène a été complétement expulsé. Il se produit en même temps une petite quantité de sesquichlorure de carbone, et le résidu de l'opération est du charbon très-divisé. Chauffés avec les oxydes de cuivre ou de plomb, ils les réduisent avec incandescence, ce qui a permis de doser l'azote.

» Le grillage de ces matières à l'air ou dans l'oxygène donne un acide niobique volumineux; l'oxydation est d'autant plus rapide que la matière est plus riche en azote; les carbures cristallisés obtenus aux températures élevées ne brûlent que très-difficilement dans l'oxygène pur.

» L'acide tantalique, chauffé dans les mêmes conditions, donne lieu également à des mélanges d'azoture Ta^2Az et de carbure Ta^2C^2, avec cette différence pourtant que la matière, d'un beau jaune de laiton, obtenue à la température de fusion de l'acier, ne renferme déjà plus que 0,70 pour 100 d'azote ($Ta^2C^2 + \frac{1}{10}Ta^2Az$). La carburation du tantale est donc beaucoup plus facile que celle du niobium.

» J'ai admis dans tous ces composés l'existence d'azotures Nb^2Az, Ta^2Az, qu'on n'avait pas décrits jusqu'ici; ce n'est pas une hypothèse gratuite.

» Lorsqu'on fait agir l'ammoniaque sur le chlorure de tantale à une température un peu supérieure à la température de volatilisation du chlorhydrate d'ammoniaque formé pendant la réaction, on obtient une matière amorphe d'un beau rouge d'ocre. Le rapport de l'azote au tantale ($Ta^2 = 182$) est de 1,61, soit $\frac{5}{3}$, ce qui conduit à la formule Ta^6Az^5, résultant de la réaction

$$3(Ta^2Cl^5) + 5AzH^3 = Ta^6Az^5 + 15HCl.$$

» Si l'on chauffe cet azoture au rouge blanc dans un courant de gaz ammoniac parfaitement sec, il perd de l'azote et donne une matière noire également amorphe qui constitue l'azoture Ta^2Az. J'ai vérifié d'ailleurs directement que ce dernier composé, chauffé dans le charbon à la température de fusion de l'acier, perdait de l'azote en se transformant partiellement en carbure. Tout ce qui était en contact avec la paroi de charbon a pris la couleur jaune de laiton des produits carburés cités plus haut.

» Par suite des difficultés que l'on rencontre à obtenir du chlorure de niobium exempt d'oxychlorure, je n'ai point tenté l'action de l'ammoniaque sur ce chlorure; mais les analogies si étroites signalées par M. de Marignac et que j'ai été à même de constater bien souvent entre les composés correspondants du niobium et du tantale permettent de penser que les deux chlorures doivent se comporter vis-à-vis de l'ammoniaque d'une manière identique.

» On sait que les cubes de titane des hauts-fourneaux ont été regardés par Wöhler comme une combinaison d'azoture et de cyanure TiC^2Az, $3(Ti^3Az)$. L'azoture Ti^3Az n'a jamais été obtenu. Quant à l'existence d'un

cyanure, elle a été admise par l'illustre chimiste allemand pour expliquer quelques réactions qui peuvent être diversement interprétées. Les cubes de titane ne pourraient-ils pas être considérés plus simplement comme un mélange d'un carbure Ti^2C^2 et de l'azoture Ti^2Az si nettement étudié par MM. Friedel et Guérin? La formule deviendrait alors Ti^2C^2, $4(Ti^2Az)$. Je me propose de montrer prochainement, en publiant les analyses des nombreux essais de reproduction des cubes de titane faits à des températures et dans des circonstances différentes, que le titane, comme le niobium et le tantale, se combine en effet avec le carbone et l'azote, donnant ainsi des mélanges à proportions variables d'azoture et de carbure. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Acide pyrotartrique normal.* Note de M. **Reboul**, présentée par M. Wurtz.

« Les théories actuelles font prévoir l'existence de quatre acides pyrotartriques $C^5H^8O^4$, bibasiques et isomères, dérivant de l'hydrure de propyle $CH^3-CH^2-CH^3$ par la substitution de deux groupes CO^2H à deux atomes d'hydrogène. Trois de ces acides sont connus; le premier en date et le mieux étudié est l'acide pyrotartrique ordinaire ou propylène dicarbonique; le second est l'acide éthylmalonique de MM. Wislicenus et Urech; le troisième est l'acide diméthylmalonique de M. Markownikoff, ce dernier ayant été seulement indiqué, mais non encore décrit. Il m'a paru intéressant de préparer et d'étudier le quatrième, l'acide pyrotartrique normal ou triméthylène dicarbonique $CO^2H.CH^2-CH^2-CH^2.CO^2H$ se rattachant au bromure de triméthylène ou bromure de propylène normal

$$CH^2.Br-CH^2-CH^2.Br,$$

que j'ai fait connaître, ainsi que quelques-uns de ses principaux dérivés, il y a deux ou trois ans.

» La préparation de l'acide pyrotartrique normal est aisée et le rendement de l'opération qui permet de l'obtenir est presque théorique. On commence par transformer le bromure de propylène normal en dicyanure, en chauffant au bain d'eau et au réfrigérant ascendant 1 molécule du premier avec 2 molécules de cyanure de potassium en présence de l'alcool ordinaire. On voit, dès le début, se déposer rapidement du bromure de potassium et la réaction est terminée au bout de quelques heures. La double décomposition marche d'une manière beaucoup plus rapide qu'avec le bromure de propylène ordinaire. Après séparation par filtration du bromure de potassium et lavage à l'alcool, on distille au bain d'eau bouillante pour enlever la

plus grande partie de l'alcool, puis à feu nu, jusqu'à ce que le thermomètre marque 140 à 150 degrés. Le dicyanure ainsi obtenu est traité par 2 volumes à $2\frac{1}{2}$ volumes d'acide chlorhydrique concentré. Le mélange s'échauffe beaucoup et l'on voit se déposer une grande quantité de chlorhydrate d'ammoniaque, même à chaud; cependant, pour terminer la réaction, il faut chauffer à 100 degrés en vase clos pendant une heure ou deux. Par refroidissement le tout se prend en masse. On évapore au bain-marie pour se débarrasser de l'acide chlorhydrique en excès, ce qui est fort long, puis on reprend par l'alcool absolu froid. Le chlorhydrate d'ammoniaque étant ainsi séparé, on distille la solution alcoolique foncée d'acide pyrotartrique normal après y avoir ajouté un léger excès de baryte hydratée cristallisée (1). On reprend par l'eau chaude le résidu salin un peu coloré de pyrotartrate de baryum, on décolore par le charbon et l'on décompose la solution barytique par l'acide sulfurique étendu jusqu'à cessation de précipité de sulfate de baryum. Après filtration, la solution évaporée fournit une belle cristallisation d'acide pyrotartrique normal. Une opération exécutée sur 80 grammes de bromure de triméthylène a donné 41 grammes d'acide cristallisé pur. La théorie eût exigé 52 grammes.

» L'acide pyrotartrique normal cristallise par refroidissement lent de sa solution aqueuse convenablement concentrée, en lamelles triangulaires appartenant au type clinorhombique et hémièdres. (Son analyse a donné $C = 45,2$, $H = 6,0$. Théoriquement $C = 45,4$, $H = 6,0$.) Un thermomètre plongé dans l'acide fondu marque, lors de la solidification, en agitant constamment, la température fixe 96 degrés (corrigé). Il distille sans altération et d'une manière constante à 299 degrés (corrigé), 291 degrés (non corrigé). L'acide distillé, qui se concrète par le refroidissement, a donné à l'analyse : $C = 45,35$, $H = 6,2$. Son point de solidification ou de fusion a été trouvé égal à $94^\circ,5$.

» L'acide pyrotartrique normal est très-soluble dans l'eau froide, dont $1^p,20$ dissolvent 1 partie d'acide à la température $+ 14^\circ$; soluble en toutes proportions dans l'eau bouillante. L'alcool et l'éther absolus le dissolvent également très-bien; il cristallise par l'évaporation spontanée de sa solution éthérée, en lamelles disposées en groupements dendritiques.

» Ainsi le mode de production de cet acide, son point de fusion et la manière dont il se comporte sous l'action de la chaleur le distinguent net-

(1) On évite ainsi l'éthérification d'une partie notable de l'acide produit, surtout s'il reste encore de l'acide chlorhydrique.

tement de ses trois isomères. Son individualité propre s'accuse encore par la composition des sels hydratés que j'ai pu jusqu'à présent préparer et étudier.

» *Le sel neutre de baryum* $C^5H^6O^4Ba + 5H^2O$ cristallise, suivant les conditions dans lesquelles on se place, en aiguilles rayonnées ou en belles lamelles octogonales qui paraissent orthorhombiques (1). Ce sel, très-soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool qui le précipite de sa solution aqueuse, perd, à 135 degrés, ses 5 molécules d'eau et se transforme en sel anhydre (2).

» *Le sel neutre de calcium* $C^5H^6O^4Ca + 4H^2O$ cristallise en lamelles ou en prismes indéterminés; il se dissout dans $1^p,7$ d'eau à + 16°. Desséché à + 140°, il perd $3H^2O$ (3). »

CHIMIE. — *Sur l'électrolyse des dérivés de l'aniline, du phénol, de la naphtylamine et de l'anthraquinone.* Note de M. F. GOPPELSRŒDER, présentée par M. Wurtz.

« J'ai complété mes premières expériences sur le noir d'aniline électrolytique, et je suis en mesure de donner les résultats numériques de mes analyses et la formule rationnelle à laquelle elles semblent conduire. Ce point fera l'objet d'une Communication que j'adresserai à l'Académie dans sa prochaine séance. Je demande la permission de lui communiquer aujourd'hui les résultats de quelques expériences sur l'électrolyse de divers composés.

» Tout autrement que les sels d'aniline se comportent les sels de la toluidine cristallisée, ainsi que les sels de la pseudotoluidine. Les premiers fournissent au pôle positif une matière brune, soluble dans l'alcool et teignant la soie et la laine en brun jaunâtre. La pseudotoluidine s'en distingue très-nettement, puisque par l'électrolyse nous obtenons au pôle positif une réaction qui concorde avec celle que l'on obtient par le chlorure de chaux.

(1) Je dois à l'obligeance de M. Friedel toutes les indications que je donne sur la forme cristalline de l'acide et de ses sels neutres de baryum et de calcium.

(2) 0,636 de sel de baryte cristallisé ont perdu, à 135 degrés, $0^{gr},160$. Perte pour 100, 25,15. La formule exige 25,2 pour 100. — Les 0,476 du sel anhydre ainsi obtenu ont donné 0,414 de sulfate de baryte; d'où Ba = 51,1 pour 100. La formule exige Ba = 51,3.

(3) Perte pour 100 du sel séché à 140 degrés, 22,3. Théorie, 22,3 pour 100.

Le sel de chaux desséché à 140 degrés a donné Ca = 20,8 pour 100. La formule $C^5H^6O^4Ca + H^2O$ exige 21,2 pour 100.

Il se forme une couleur violette, qui par l'acide azotique étendu ou par la solution du permanganate de potassium se change en un colorant rouge.

» Les mélanges des bases d'aniline, de toluidine et de pseudotoluidine se comportent autrement que les bases isolées. Ainsi une solution aqueuse de 1 molécule de chlorhydrate d'aniline avec 2 molécules de chlorhydrate de toluidine se colore au pôle positif en rouge. L'aniline du commerce imparfaitement saturée par l'acide sulfurique, en solution aqueuse avec addition d'ammoniaque, a donné, au pôle déshydrogénant, comme produit principal, un colorant rouge, et comme produit secondaire un colorant violet.

» La méthylaniline donne, employée sous forme de sels, au pôle positif, un colorant violet. J'ai d'ailleurs observé, suivant les circonstances, d'autres colorations, entre autres une coloration bleue.

» La diphénylamine donne, si l'un de ses sels est soumis à l'électrolyse, au pôle positif, un produit bleu, soluble dans l'alcool. Des mélanges de diphénylamine et de ditoluylamine ou de diphénylamine, de ditoluylamine et de phényltoluylamine, tels qu'ils sont employés pour produire la couleur bleue appelée *bleu de diphénylamine* ou, d'après la théorie, *bleu de rosaniline triphénylée,* donnent, soumis, à l'état de sels, au courant galvanique, cette belle couleur bleue soluble dans l'alcool.

» La méthyldiphénylamine, qui fournit, comme Bardy l'a montré, une matière colorante bleue ou violette par divers agents oxydants, subit la même transformation par voie électrolytique.

» Le phénol, en solution aqueuse acidulée ou sous forme de phénate, donne naissance, au pôle positif, à un corps brun.

» Les sels de la naphtylamine décomposés, par le courant, en solution neutre ou acide, donnent naissance au violet de naphtylamine.

» L'anthraquinone a, depuis longtemps, attiré mon attention. J'ai d'abord cherché à la transformer, par l'électrolyse à basse température, en alizarine, et celle-ci en purpurine, mais sans succès. J'ai commencé alors une nouvelle série d'essais, en opérant à une température élevée. Rencontrant de nouveau de grandes difficultés, j'ai obtenu cependant un résultat qui m'encourage à continuer mes études. J'ai observé qu'en opérant avec précaution, une partie de l'anthraquinone se transforme en alizarine. Cette transformation se fait en introduisant dans une solution très-concentrée de potasse caustique de l'anthraquinone réduite en poussière très-fine, en y faisant passer le courant galvanique et en chauffant presque jusqu'à fusion de la potasse. La masse se colore d'abord en rouge, puis en violet par la formation de l'alizarate de potassium. Mais

cette coloration est remplacée rapidement par une nouvelle coloration rouge, qui se change bientôt en brun jaunâtre et même en brun foncé, et par conséquent on obtient un produit violet mélangé avec de l'anthraquinone non changée et avec des produits électrolytiques bruns. Si l'on continue à chauffer, la masse devient de plus en plus claire et à la fin blanche. Si, au moment où la dernière coloration rouge se présente, on renverse le courant, la masse redevient violette, puis rouge et jaunâtre, parce que sans doute l'anthraquinone et même l'anthracène se reforment.

» Je puis d'ailleurs dire, d'une manière générale, que si l'on ne va pas trop loin dans les décompositions, on peut, en renversant les pôles de la pile, régénérer au nouveau pôle négatif les corps modifiés et reproduire au nouveau pôle positif les transformations qui s'étaient produites précédemment à l'électrode opposée.

» Dans les électrolyses décrites des dérivés de l'aniline, du phénol et de la naphtylamine, le pôle positif joue le rôle principal. Dans l'électrolyse de l'anthraquinone, c'est au pôle négatif que la coloration violette commence et qu'elle reste, pendant toute l'opération, la plus intense.

» III. Toutes les expériences dont je viens de parler reposent sur la décomposition de l'eau ou d'un dérivé alcalin par le courant. C'est l'oxygène électrolytique qui agit en déshydrogénant ou, dans d'autres cas, c'est l'oxhydryle du potassium ou du sodium qui se substitue à l'hydrogène du chromogène. Jusqu'à présent, j'ai porté mon attention surtout sur les produits principaux, sans perdre de vue les produits secondaires, dont l'étude est nécessaire pour arriver à une idée claire des métamorphoses qui ont lieu. Il faut aussi observer les produits gazeux.

» L'action du courant sur des corps organiques fondus, en procédant comme on le fait en Chimie minérale, présentera surtout de grandes difficultés, soit parce que la chaleur seule les décompose, soit parce que la conductibilité électrique est trop faible; mais l'étude de cette action ne doit pas être négligée. Nous devons tâcher aussi d'arriver à des décompositions simultanées d'autres corps ajoutés à l'électrolyte, pour parvenir à des produits de substitution du chromogène ou de son produit électrolytique. Nous arriverons par cela à des substitutions par les radicaux alcooliques et par la série du phényle, ainsi que nous réussissons à l'aide de l'acide azotique ou des azotates à produire au pôle positif des nitrodérivés et au pôle négatif des nitroamido-, des amido-, et même des azodérivés. La Chimie des matières colorantes trouvera, dans les recherches dont j'ai parlé, un champ d'autant plus fertile que les oxydations et les déshydrogénations jouent dans la production des colorants un rôle des plus importants. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la fixation de l'azote atmosphérique par la terre végétale;* par M. TH. SCHLŒSING.

« Dans une précédente Communication (1), j'ai résumé les idées qui m'ont encouragé à entreprendre des recherches sur l'ammoniaque atmosphérique; je rappelais que, pendant leur circulation entre les trois règnes, les composés de l'azote éprouvent des pertes qui exigent une réparation; que le seul mode de réparation réellement constaté est la combinaison directe de l'azote avec l'oxygène, au sein de l'atmosphère, sous des influences électriques; qu'ainsi l'électricité a une part, avec la chaleur et la lumière, dans l'entretien de la vie. J'observais ensuite que, les continents étant essentiellement nitrificateurs, l'azote combiné y est transformé en nitre et charrié à la mer où il est changé en ammoniaque. Il a pris alors l'état le plus favorable à la dissémination : passant de la mer dans l'air, il est porté dans toutes les parties du globe par les courants atmosphériques. Les plantes, la terre végétale le puisent dans ces courants, et ainsi s'explique, en ce qui concerne l'azote, l'entretien de la végétation naturelle et le bénéfice de composés azotés constaté dans la culture, quand la fumure n'est pas surabondante.

» Travaillant dans cet ordre d'idées, j'étais évidemment appelé à discuter une théorie très-différente, professée par M. Dehérain, d'après laquelle la terre végétale, dans ses rapports avec l'air, les eaux, les plantes, les engrais, perd plus d'azote combiné qu'elle n'en reçoit, et comble son déficit par la fixation directe de l'azote gazeux sur sa matière organique. La vraie démonstration de cette théorie serait de constater un bénéfice d'azote acquis par une terre nue, dans une atmosphère exempte de composé nitreux et d'ammoniaque. Cette preuve n'a pas été faite : bien au contraire, M. Boussingault a montré que la terre végétale, conservée dix ans dans une atmosphère oxygénée, n'acquiert pas d'azote combiné; elle n'en a pas acquis davantage quand je l'ai abandonnée dans l'azote pur. Au lieu de constater directement, dans la terre même, le fait qu'il voulait établir, M. Dehérain a institué de nombreuses expériences pour prouver que l'azote gazeux peut être fixé à l'état de combinaison par diverses matières organiques. Voulant me faire une conviction, j'ai dû reproduire la plupart de ces expériences, mais en évitant, autant qu'il m'a été possible, les causes d'erreur qu'on peut leur reprocher.

(1) *Comptes rendus*, 18 janvier 1875.

» *Expériences dans les tubes scellés.* — Un tube étranglé à sa partie supérieure reçoit successivement des dissolutions bouillies de soude et de glucose; l'étranglement est ensuite étiré en pointe fine. Le tube, toujours ouvert, est plongé dans un bain d'eau, dont on prend la température; on l'y ferme d'un trait de chalumeau; après un chauffage prolongé, on en extrait le gaz avec la pompe à mercure; le tube, vide de gaz, détaché de la pompe, est ouvert sous le mercure; le mercure introduit mesure le volume occupé au début par l'air; le gaz extrait est mesuré, puis analysé avec l'eudiomètre de M. Regnault.

	I.	II.	III.	IV.	V.
Glucose	4,3 gr	4,3 gr	4,3 gr	5 gr	5 gr
Soude	4,3	4,3	4,3	15	15
Eau	14	14	14	20	20

(Chauffage à 100°, pendant 98 heures, pour I, II, III; pendant 192 heures, pour IV et V.)

	I.	II.	III.	IV.	V.
Gaz extraits (à 0° et 760mm)	31,43 cc	34,56 cc	28,59 cc	39,5 cc	41,55 cc
contenant C^2H^4? / H	0,25 pour 100	0,45 pour 100	0,52 pour 100	0,15 pour 100	0,19 pour 100
H				25,22 »	24,80 »
Az	99,75 »	99,55 »	99,48 »	74,63 »	75,01
Azote retrouvé	31,36	34,40	28,44	29,48	31,09
Azote employé	31,09	34,19	28,37	29,40	31,20
	+0,27	+0,21	+0,07	+0,08	−0,11

» Il n'y a pas eu d'azote fixé; cependant, dans les tubes IV et V, il s'est produit de l'hydrogène qui a dû passer par l'*état naissant*.

» Des expériences analogues, faites dans des ballons à long col, où l'on mettait jusqu'à 20 grammes de glucose avec de l'ammoniaque ou de la soude, n'ont pas donné de meilleurs résultats.

» *Barbottage de l'azote dans des dissolutions de glucose et d'alcali.* — M. Dehérain a fait passer de l'azote dans une dissolution de soude et de glucose. Le mélange, analysé ensuite par la chaux sodée, a donné de l'ammoniaque; le glucose seul et la soude seule n'en fournissaient pas : d'où la conclusion que l'ammoniaque obtenue représente de l'azote fixé par le glucose. Mais M. Dehérain n'a pas cherché dans sa soude les nitrates, qui s'y trouvent presque toujours. Or on sait que la soude nitrée seule ne donne pas trace d'ammoniaque avec la chaux sodée; mais, si elle est mêlée d'avance avec du glucose, son acide nitrique est presque totalement converti en ammoniaque. Il est donc permis de supposer que l'azote *fixé* est simplement celui des nitrates, et cette hypothèse explique l'utilité de l'énorme excès de soude employé par M. Dehérain, l'azote trouvé par l'analyse étant évidemment proportionnel au poids de cette soude.

» En reproduisant ces expériences, je me suis attaché à la seule détermination de l'azote gazeux avant et après le barbottage. Pour mieux constater une variation de volume, je devais employer peu d'azote, et cependant il fallait produire un barbottage prolongé. En conséquence, après avoir fait le vide dans un ballon contenant la soude et le glucose et après avoir remplacé l'air par un volume mesuré d'azote pur, je me servais de la pompe comme propulseur du gaz et faisais circuler indéfiniment à travers le liquide le même azote, à l'aide de dispositions que chacun peut concevoir sans description. Dans trois expériences, où le poids du glucose a varié entre 10 et 15 grammes, et celui de la soude entre 25 et 55 grammes, où la durée du chauffage a été de six, douze, trente-deux heures, les résultats ont été négatifs comme les précédents :

	I.		II.		III.	
	cc		cc		cc	
Azote introduit....	146,19	−0,55	137,53	−0,30	171,74	+0,90
Azote extrait......	145,64		137,23		172,64	

» *Matières organiques, dans l'azote, à la température ordinaire.* — J'ai opéré sur du terreau neuf, seul ou mélangé à divers alcalis. La matière étant placée dans un ballon, je façonnais le col en forme de tube à dégagement; je faisais le vide et j'introduisais un volume connu d'azote : le ballon était ensuite abandonné, le col plongé dans le mercure, sous une éprouvette à recueillir les gaz. Finalement, les gaz non dégagés dans l'éprouvette étaient extraits par la pompe.

» Les expériences ont duré dix mois, de juin 1873 à mai 1874.

	I.		II.		III.		IV.		V.	
Terreau séché à l'air.....	160gr		150gr		150gr		150gr		150gr	
Eau....................	50		40		40		40		40	
			Craie 50		Chaux 50		Carb. soude 44		Potasse 30	
	cc		cc		cc		cc		cc	
Gaz recueillis: Combustibles..	6,5		2,2		0		3,5		1,2	
Gaz recueillis: CO^2	481,1		413,9		0		0,40		0	
Gaz recueillis: Azote.........	239,1	+18,7	267,7	+11,5	165,4	+1,1	203,9	+3,3	228,6	+1,1
Azote introduit..........	220,4		256,2		164,3		200,3		227,6	

» Ainsi, dans ces expériences, il y a bien eu des variations entre les volumes d'azote introduit et recueilli; mais elles attestent toutes un dégagement et non une absorption.

» En résumé, ni les tubes scellés, ni le barbottage de l'azote, ni les variations de proportion entre les matières réagissantes, ni l'exposition du terreau dans une atmosphère privée d'oxygène ne m'ont présenté le fait annoncé de la fixation de l'azote. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la nature des substances minérales assimilées par les Champignons.* Note de M. L. CAILLETET.

« On sait que les plantes ne sont pas formées exclusivement d'éléments organiques : elles contiennent en outre des matières minérales qui semblent indispensables à leur développement.

» La composition des substances fixes assimilées par les Champignons a été peu étudiée jusqu'à présent; les analyses que j'ai faites montrent qu'il existe des différences sensibles entre la composition des cendres de ces végétaux et celles des plantes à chlorophylle.

» Ainsi que le faisait observer récemment à l'Académie un de ses illustres membres, M. Dumas, le mode de nutrition des Champignons est essentiellement différent de celui des plantes vertes. En effet, les plantes à chlorophylle puisent dans l'atmosphère, sous l'influence de la lumière, le carbone, l'oxygène et l'hydrogène, tandis que les organismes inférieurs, et les Champignons en particulier, vont chercher les mêmes éléments de leur nutrition parmi les composés peu stables correspondant à ceux que nous nommons *corps explosifs*, composés qui ont exigé eux-mêmes pour se constituer la présence de la radiation solaire.

» Ce mode, essentiellement différent dans la nutrition, peut expliquer les différences notables que l'analyse constate dans la composition des cendres des Champignons et celle des végétaux à chlorophylle.

» En incinérant un fragment de bois sur lequel ont végété des Champignons, on constate que la plus grande partie des sels minéraux qu'il contenait, sauf un excès de chaux et de magnésie, ont été absorbés par le mycélium et fixés par le Champignon.

» Le bois, en perdant les substances fixes qu'il contient, est profondément désorganisé, et c'est là une des causes les plus actives de la détérioration du bois par les cryptogames.

	Agaricus campestris de Paris.	*Agaricus crustuliformis.*	Cèpes de Bordeaux.	Truffes de Périgord.	*Agaricus velutipes.*
Chaux	0,025	0,012	traces	0,070	0,028
Acide sulfurique	0,050	traces	0,137	0,028	0
Magnésie	traces	0,276	0,043	0	0,185
Acide phosphorique	0,084		0,084	0,173	
Potasse	0,475	0,196	0,680	0,214	0,772
Soude	0,351	0,526		0,527	
Chlore	0,030	traces	0,034	traces	0
	1,015	1,011	0,978	1,012	0,985

» Il résulte des analyses que j'ai faites que la cendre des Champignons peut être considérée comme un engrais énergique en raison des quantités d'alcalis et d'acide phosphorique qu'elle renferme.

» Il est facile, d'après cela, d'expliquer le singulier phénomène végétal de la production des cercles verts qu'on rencontre dans les lieux où croissent les mousserons et diverses autres espèces de Champignons. Ces cercles, que la superstition populaire nommait autrefois *cercles des fées* ou *des sorcières*, sont tracés par un gazon épais et dont la couleur verte tranche vigoureusement sur celle des végétaux voisins. La production de ces cercles s'explique facilement par ce fait qu'une spore de mousseron en germant émet un mycélium qui s'étend, suivant de nombreux rayons, en formant un cercle bien défini. Pendant l'hiver, non-seulement la végétation du mycélium s'arrête, mais il se décompose en grande partie en abandonnant à la terre les matières azotées et surtout les sels de potasse et l'acide phosphorique qu'il avait puisés dans le sol à une assez grande profondeur. Lorsque le printemps revient, le gramen, ainsi que les plantes à portée de ces engrais naturels, les absorbe en prenant une vigueur et une coloration bien différentes de celles des végétaux voisins.

» Le mycélium qui a péri pendant l'hiver a laissé à la circonférence des cercles extérieurs des parties vivantes qu'on retrouve au premier printemps, et qui s'étendent bientôt dans le terrain vierge qu'elles trouvent devant elles. Le nouveau cercle de mycélium ainsi formé deviendra visible dès que la destruction aura mis à la disposition des plantes voisines les éléments qu'il avait accumulés. J'ai établi par l'analyse que le mycélium enlève au sol la presque totalité des alcalis et de l'acide phosphorique qu'il renferme. On peut conclure de mes analyses que la composition des cendres des Champignons est plus simple que celle des végétaux à chlorophylle.

» La silice qu'on rencontre dans tous les végétaux verts, et qui, d'après Th. de Saussure, constitue souvent plus de $\frac{70}{100}$ du poids des cendres des graminées et des fougères, ne se trouve pas dans les Champignons.

» Le fer, qui semble être un des éléments les plus importants de la chlorophylle (Verdeil), n'a pas été dosé dans les Champignons que j'ai examinés. Les cendres des Champignons, comparées enfin à celles des végétaux verts, semblent pauvres en chaux et en magnésie, mais très-riches en alcalis et en acide phosphorique. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'anatomie de l'appareil musical de la Cigale.* Note de M. G. CARLET, présentée par M. Milne Edwards.

« Il peut paraître téméraire de vouloir parler de l'anatomie de l'appareil vocal des Cigales, après ce qu'en ont dit Réaumur, Carus, Solier, Doyère, Dugès et tant d'autres. Cependant, si l'on compare les travaux de ces auteurs, on est surpris de voir qu'ils ne sont pas d'accord, même sur les points les plus importants.

» En étudiant les orifices respiratoires des Cigales chanteuses, j'ai parfaitement vu que, chez ces insectes, les stigmates thoraciques sont au nombre de *trois* paires. Les deux premiers de ces stigmates sont situés directement au-dessous des épinières du prothorax, qu'il suffit de soulever pour les apercevoir. Les deux stigmates moyens sont situés de même sous les épinières du mésothorax; enfin les deux derniers appartiennent au métathorax et sont recouverts par les épinières de ce segment thoracique, qui ne sont autre chose que les opercules de l'appareil musical du mâle. Je me suis assuré que ces trois paires de stigmates thoraciques existent aussi chez les femelles.

» Les deux derniers stigmates thoraciques ont été pris par Carus pour les deux premiers stigmates abdominaux; mais ils diffèrent de ceux-ci par la situation, la configuration et la structure. En effet, les stigmates thoraciques sont très-grands, pourvus de cils sur les bords, entourés d'un cercle corné ou péritrème et munis de panneaux mobiles, tandis que les stigmates abdominaux sont petits, punctiformes, dépourvus de paupières mobiles et habituellement entourés d'une petite auréole farineuse.

» Les stigmates abdominaux sont au nombre de *sept* paires et non pas de six. La première paire est située sur l'apodème d'articulation du triangle écailleux. Cela suffit pour affirmer que ce triangle appartient au premier anneau de l'abdomen, dont il est l'*entogastre*, comme l'a très-bien dit Audouin, dans ses *Considérations sur le thorax des Hexapodes*. Cette dernière dénomination doit être adoptée pour désigner la pièce que Réaumur appelle *triangle écailleux*, car cet organe n'a nullement la forme d'un triangle, comme on l'a dit jusqu'à présent; c'est, mathématiquement parlant, une surface gauche réglée. Les six paires suivantes de stigmates abdominaux occupent respectivement la partie ventrale des six anneaux suivants et n'offrent rien de particulier, si ce n'est que la seconde paire est dépourvue du cercle farineux caractéristique et, quelquefois même, presque oblitérée, de sorte que ces stigmates sont moins visibles que les autres.

» J'ajouterai encore que la paroi externe de la cavité sonore où se trouve la timbale n'appartient pas au premier anneau de l'abdomen, comme le dit et le figure Réaumur, mais bien au second, comme il est facile de s'en convaincre, en examinant la *C. orni* et la *C. maculata*, où cette paroi est incomplète et forme une apophyse saillante sur le second segment de l'abdomen. D'ailleurs, sur la *C. plebeia*, il est facile de voir que le bord supérieur de cette paroi externe est libre et séparé du bord supérieur du cadre de la timbale, bord qui est formé par le premier anneau de l'abdomen. Enfin les auteurs ont décrit un muscle tenseur de la timbale. Le muscle qu'on a chargé de ce rôle ne peut le remplir et a une tout autre action, ainsi que je le montrerai prochainement, en m'occupant de la Physiologie de l'appareil, que je ne considère aujourd'hui qu'au point de vue anatomique. »

ZOOLOGIE. — *Sur une nouvelle espèce de Psorospermie* (Lithocystis Schneideri), *parasite de l'*Echinocardium cordatum. Note de M. **A. Giard**.

« Si l'on ouvre suivant un plan équatorial le test d'un *Echinocardium*, on trouve d'une façon presque constante dans la cavité générale de cet Echinoderme une production parasite d'une apparence singulière. Cette production se rencontre particulièrement contre le test dans la partie qui s'étend entre la bouche et le plastron subanal, surtout vers la pointe conique qui termine inférieurement le plastron. On l'observe encore fréquemment contre la courbure actinale de l'intestin du côté interne. On voit, en ces régions, des masses irrégulières d'un noir luisant dont le volume varie depuis celui d'un point à peine perceptible à l'œil nu jusqu'à des amas mesurant en longueur plus de 1 centimètre et en largeur 4 à 5 millimètres. L'aspect et la consistance font songer immédiatement aux plasmodies des Myxomycètes. A la surface des amas on aperçoit, en nombre variable, des vésicules hyalines, tantôt très-petites, tantôt de 1 à 2 millimètres de diamètre. A l'intérieur de ces sphères hyalines il existe un ou rarement plusieurs points d'un blanc mat tranchant vivement sur la teinte noire des masses plasmodiales.

» Examinées à un fort grossissement, les vésicules hyalines (kystes) paraissent constituées par une membrane anhyste et renferment à leur intérieur : 1° un amas de cristaux (le point blanc mat); 2° des spores (Psorospermies) disposées en une sphère irrégulière. Ces spores sont situées à l'extré-

mité de filaments qui rayonnent autour d'un point central où se trouve un noyau de substance jaunâtre. Chaque spore est soutenue par deux filaments tangents aux extrémités de son petit axe et l'on croirait, à première vue, qu'elle termine un tube à l'intérieur duquel elle serait contenue. De semblables filaments ont été décrits par M. Balbiani chez les Psorospermies des poissons (1). Les spores sont fusiformes, longues de 6 à 10 μ, larges de 1 à 2 μ. Certains kystes fournissent des spores beaucoup plus petites (microspores); d'autres, en petit nombre, des spores plus grandes (gigaspores). Ces microspores et ces gigaspores sont plus fortement renflées vers le milieu que les spores typiques. Les diverses variétés de spores se comportent d'ailleurs de la même manière; il m'a semblé seulement que les microspores se produisent de préférence dans les kystes de petite taille. Dans les gros kystes, au moment de la maturité, les spores affectent une disposition bien différente de celle que nous venons de décrire dans les kystes jeunes ou dans les kystes trop petits pour permettre un déplacement du contenu; quand ce déplacement est possible les filaments cessent d'adhérer au point central et les spores se soudent en un grand nombre de petits groupes par leur partie périphérique; en même temps les filaments s'appliquent l'un contre l'autre, de façon à constituer une sorte de flagellum qui a trois ou quatre fois la longueur de la spore. Les petits groupes ont alors l'aspect de colonies de Flagellates; mais le pseudo-flagellum de chaque spore reste toujours immobile. L'adhérence des spores entre elles est due à une sécrétion qui se produit dans une sorte de petite cupule terminant la spore du côté naguère périphérique.

» En examinant avec l'objectif Hartnack n° 9 des spores sorties de différents kystes, on obtient très-facilement toute la série du développement : les unes renfermant simplement un protoplasma granuleux; les autres présentant de trois à six corpuscules falciformes en voie de formation et disposés autour d'une masse résiduelle centrale. Ce résidu se réduit facilement dans beaucoup de spores à deux ou trois granules d'une forte réfringence et souvent même disparaît complétement à la maturité.

» Le point blanc cristallin est constitué par des cristaux appartenant au système clinorhombique et fréquemment groupés en mâcles d'une rare élégance. Ces cristaux sont complétement insolubles dans l'acide acétique, solubles dans l'acide nitrique; ils se désagrégent à la maturité du kyste en formant d'abord une sorte de réseau qui paraît jouer dans la dissémination

(1) Voir *Comptes rendus*, 20 juillet 1863.

des spores un rôle analogue à celui du *capillitium* des Myxomycètes.

» Quant aux masses plasmodiales, leur coloration est due à un très-grand nombre de granulations pigmentaires de dimensions fort inégales; les plus petites sont animées d'un mouvement brownien assez vif. Je crois que ces granulations sont empruntées par le parasite aux cellules à pigment de l'Oursin. Hofmann a montré, en effet, que ces cellules à pigment sont très-absorbantes dans le liquide de la cavité générale des Spatangues. Au milieu de ces granulations, on trouve une prodigieuse quantité d'amibes émettant des pseudopodes et agglutinant les grains de pigment. Ces amibes présentent un noyau souvent difficile à voir. Bien qu'on ait signalé des cellules amœboïdes dans le liquide cavitaire des Oursins, il m'est impossible de ne pas admettre que les amibes en question sont en rapport génétique plutôt avec les kystes qu'avec les tissus de l'Échinoderme. Je les considère comme issus des corpuscules falciformes, qui se déforment lentement sur le porte-objet, et je pense que par leur réunion et leur accroissement ces amibes constituent les plasmodies pigmentées. Il est intéressant de rappeler ici que M. Balbiani a remarqué que les Psorospermies des poissons se développent en général sur le trajet des vaisseaux sanguins et que leur présence détermine une diminution notable du nombre des globules rouges du sang de ces animaux.

» Je n'ai rien trouvé qui ressemblât à des Grégarines, et l'ensemble des faits observés me porte à rapprocher le parasite étudié, non des animaux, mais des végétaux inférieurs (Myxomycètes et Chytridinées); d'autre part, les spores étant identiques à celles décrites comme provenant de kystes de Grégarines, on peut se demander si les rapports des Psorospermies aux Grégarines ne sont pas des rapports de parasitisme plutôt que des liens génétiques.

» La présence du parasite détermine parfois à la face interne du test de l'Oursin de petites nodosités qui permettraient peut-être de reconnaître sur des Spatangues fossiles la trace de semblables Protistes.

» A cause de l'amas de cristaux si caractéristiques, je donne à ce parasite le nom de *Lithocystis* et je dédie l'espèce à M. Amatus Schneider, qui a récemment étudié avec soin des productions analogues.

» Les présentes recherches ont été faites au laboratoire de Wimereux, pendant les mois d'avril et mai. »

GÉOLOGIE. — *Sur les gisements de fossiles quaternaires dans la Mayenne.* Note de M. **A. Gaudry**, présentée par M. P. Gervais.

« Jusqu'à présent le département de la Mayenne avait peu attiré l'attention des géologues; il est cependant une des parties de la France qui offre le plus d'intérêt pour l'étude de la Paléontologie quaternaire. On y connaît maintenant plusieurs gisements de différents âges très-riches en débris fossiles. Le dépôt quaternaire qui me paraît le plus ancien est situé près de Sainte-Suzanne; sa découverte est due à M. Perrot. Voici les superpositions que j'ai observées dans les carrières de Sainte-Suzanne :

» 1° Argiles noirâtres qui ont rempli les creux des roches dévoniennes et dans lesquelles ont été trouvées des dents de *Rhinoceros Merckii* et des os d'un grand Bœuf.

» 2° Sables fins et petits cailloux roulés en couches très-stratifiées, déposés sur une pente qui atteint parfois 40 et même 60 degrés; je suppose que ce sont des formations glaciaires.

» 3° Limons rouges renfermant des blocs anguleux de calcaire dévonien.

» Les fossiles que M. Perrot m'a communiqués sont les suivants : *Felis leo,* déterminé d'après une canine qui ne dépasse point la dimension ordinaire de celles des Lions actuels, *Hyæna crocata* (race *spelæa*), *Canis vulpes*? *Rhinoceros Merckii, Equus caballus, Sus scropha*, *Bos* de la taille des Bœufs ordinaires et de la taille du *Bos primigenius*, *Cervus elaphus*, *Arctomys marmotta* (race *primigenia*), dont les os sont accumulés dans des poches qui sont peut-être leurs anciens terriers. Les ossements de Sainte-Suzanne n'ont pas été rassemblés par des Hyènes, du moins ils ne portent pas la marque des dents de ces carnivores, comme on l'observe dans beaucoup d'autres gisements; l'inspection des bois de Cerfs montre qu'ils sont tombés naturellement pendant la vie des animaux; il ne semble pas que les fossiles aient été réunis par les hommes. Il se pourrait que les couches inférieures de Sainte-Suzanne représentassent l'époque glaciaire du Boulder-Clay, c'est-à-dire cette phase ancienne des temps quaternaires qui est certainement distincte de l'âge du diluvium et que, jusqu'à présent, on n'a point en France reconnue d'une manière très-évidente.

» Il y a dans la Mayenne un important gisement de fossiles qui paraît appartenir au quaternaire moyen (l'âge du diluvium) : c'est le couloir de Louverné; il est rempli d'ossements qui ont été soigneusement recueillis par M. Œhlert. Ce couloir, percé dans le calcaire carbonifère, a été mis

à découvert sur plus de 20 mètres de long; comme il n'a que 2 mètres de haut et qu'il atteint à peine une largeur de 1 mètre, il est difficile de ne pas regarder comme contemporains les fossiles qui y sont réunis; à ce point de vue, le couloir de Louverné est instructif, car la nature des gisements quaternaires rend en général difficile la détermination très-précise de l'âge des fossiles.

» Les Mammifères qui ont été recueillis sont les suivants : *Ursus ferox*, *Meles taxus*, *Mustela foina? Canis vulpes*, *Canis lupus*, *Hyæna crocuta* (race *spelæa*), *Felis leo* (individus de la race actuelle et de la race *spelæa*), *Felis pardus*, *Arctomys marmotta* (race actuelle), *Lepus timidus* (race de grande taille), *Elephas primigenius* (race à lames écartées, bien voisine de l'*Elephas antiquus*), *Rhinoceros tichorhinus*, *Sus scropha*, *Equus caballus*, *Bos* (race actuelle et race quaternaire), *Cervus elaphus* (race actuelle et race *canadensis* de forte dimension), *Cervus taraudus* (très-rare). M. OEhlert a trouvé aussi quelques silex taillés.

» Cette énumération semble indiquer qu'à l'âge du diluvium une même espèce de Lion, ou de Bœuf, ou de Cerf était représentée à la fois par des individus de moyenne taille, comme ceux qui vivent maintenant, et par des individus de grande taille, comme ceux qui caractérisent les temps quaternaires.

» Près de Louverné, il y a une grotte qui a été explorée par MM. Perrot et OEhlert; j'ai annoncé sa découverte à l'Académie en 1873. Plusieurs autres grottes de la Mayenne ont été étudiées récemment; elles ont fourni un nombre considérable de débris de l'industrie humaine et d'ossements fossiles: la Cave à Margot a été fouillée par M. le duc de Chaulnes; M. de Mortillet, auquel les produits de ces fouilles ont été adressés, a bien voulu me les communiquer. M[lle] de Boxberg a formé une importante collection de la Cave de Rochefort. M. Maillard, résidant à Thorigné-en-Charnié, exploite en ce moment les déblais qui sont en avant de la Cave de la Chèvre. J'ai visité ces cavernes; elles renferment les produits de différentes époques, mais l'époque qui y est la mieux représentée paraît être la troisième phase des temps quaternaires, c'est-à-dire l'âge du Renne. »

ANTHROPOLOGIE. — *Les Akkas, ou nains de l'intérieur de l'Afrique.* Note de M. **Mariette**, communiquée par M. de Lesseps.

« On croit que cette race singulière s'étend sur une surface de mille lieues, sous la zone équatoriale de l'Afrique, en passant par le pays des

Niams-Niams et des Mombouttous jusqu'aux pays voisins de nos établissements du Gabon.

» Les nains se rencontrent fréquemment en Égypte ; mais ce sont des cas pathologiques qui ne s'appliquent pas à des hommes d'une race spéciale ; il se pourrait qu'il en fût de même des nains que l'on représente dans la grotte de Beni-Hassan, comme serviteurs des Pharaons ou de leurs grands dignitaires.

» Dans un autre ordre d'idées, les nains jouent un rôle important dans la religion égyptienne. Les nains mythologiques sont les Bess, que les marchands d'antiquités appellent *typhons*, et que possèdent tous les collectionneurs ; ce sont des dieux nains, trapus, aux jambes courtes et à la barbe frisée ; lorsqu'ils sont représentés de grandeur naturelle, on les peint ordinairement en jaune, ce qui indiquerait une origine asiatique. Les Bess passent pour être de race phénicienne ; Hérodote les appelle *Phtapatiques ;* on mettait leur image à la proue des bateaux phéniciens. Les Bess de Phénicie sont originaires du pays des Pouns. La terre des Pouns, que l'on a cru longtemps être l'Arabie, est en réalité le pays des Somalis, et la côte méridionale du golfe d'Aden. A la pointe de cette côte se trouve l'île de Socotora, que l'on avait appelée la *terre divine* parce que, selon la croyance des anciens Égyptiens, c'est là qu'Osiris était né.

» Les Phéniciens provenaient du pays des Pouns, avec lequel leur nom Pœni (Punica) présente du reste un certain rapport. C'est une tradition constante que les Pouns ne sont pas un peuple de race asiatique ; ils auront seulement passé le détroit de Bab-el-Mandeb, pour se fixer dans la Péninsule arabique méridionale.

» Pour en revenir aux Bess, ils présidaient aux réjouissances, aux toilettes, aux festins et procuraient d'heureux songes, parce que c'est de l'Arabie méridionale (l'*Aromatifera regio*) que viennent les parfums.

» Or ces Bess, originaires comme les Pouns du pays des Somalis, pays non loin duquel se trouvent encore des Akkas, présentent les mêmes caractères que les Akkas de l'antiquité; plusieurs de ces Bess ont une queue; qui sait si la légende, se perpétuant de siècle en siècle, n'a pas donné lieu au conte des hommes à queue, les Niams-Niams, chez lesquels les Akkas se trouvent ?

» Les anciens Egyptiens ont dû connaître le pays des Niams-Niams; dans la langue de l'ancienne Egypte, *niam* veut dire *nain;* avec la répétition des mots, si fréquente dans cette langue, on a *nain nain,* dont le nom est presque identique à *Niam Niam*, peuples chez lesquels ces nains se trou-

vent. En égyptien, un enfant à la mamelle s'appelle *akka*. Y a-t-il une assimilation à faire? Une foule de petits faits qui, isolés, ne sont pas très-probants, le deviennent par leur enchaînement et leur nombre.

» L'attention doit se porter sur les rapports du dieu nain avec le rituel. Le rituel comprend une série de formules que devait savoir le mort, et qu'on mettait à côté de lui pour rafraîchir sa mémoire et l'aider, en récitant, à triompher de tous les obstacles qu'il devait rencontrer. On sait que le mort était arrêté sur sa route par des serpents, des crocodiles, des monstres de toute sorte; or, l'un des trois derniers chapitres du rituel, chapitres qui ont été ajoutés à une époque postérieure, nous représente le défunt en présence de ces pygmées qui vont l'aider à combattre les animaux, compagnons des ténèbres et de la mort. Ces pygmées sont appelés *Nemna*, ou, selon quelques exemplaires, *nem nem*; et dans ce Chapitre il y a une foule de mots qui, n'étant incontestablement ni égyptiens ni sémitiques, appartiennent probablement à la langue que parlaient les pygmées. Il serait extrêmement important que quelqu'un connaissant la langue des Akkas vérifiât si cette langue n'est pas semblable à celle que parlent actuellement les Akkas à leurs voisins les Niams-Niams.

» Un ancien bas-relief présente de l'intérêt sur la question actuelle. Ce bas-relief représente une femme très-remarquable, parce qu'elle a divers caractères des peuples dont il est question, spécialement une extrême proéminence de la partie postérieure. La régente, sœur de Touthmès II et de Touthmès III, avait envoyé sur la côte d'Avalis, aujourd'hui Zeila, une expédition commerciale pour se procurer spécialement des parfums, de l'huile et de la gomme. Quand le commandant débarqua, il vit venir à lui la reine du pays montée sur un baudet, et ayant sa fille et son mari à ses côtés. Elle vint avec lui en Égypte et elle l'accompagna jusqu'à Thèbes, où l'on fit son portrait sur le bas-relief. Avait-elle une difformité de nature ou appartenait-elle à la race spéciale dont nous venons de parler? Ce qui ferait croire qu'il s'agit d'une race, c'est que sa fille présente, dans des proportions moindres, une semblable proéminence.

» Enfin, dans des tombes remontant à la cinquième dynastie, on a trouvé plus de cent crânes, qui ont été envoyés, en 1867, à l'Exposition de Paris, et figurent aujourd'hui au Musée du Jardin des Plantes. Ces crânes sont très-singuliers : ils ont le haut de la tête considérablement aplati et sont d'assez petite dimension; cet aplatissement est le signe caractéristique des bess ou nains égyptiens. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Tétanos traumatique traité par les injections intra-veineuses de chloral. Guérison.* Note de M. **Oré**, présentée par M. Bouillaud.

« Le 8 juin 1875, X..., étant à la chasse, se sentit fatigué et, après une course longue et pénible, s'assit sur le bord d'un chemin; en s'asseyant, il laissa tomber son fusil. Le choc de la culasse contre le sol fit partir le coup et quelques plombs vinrent se loger dans le talon droit du chasseur, où ils déterminèrent une plaie contuse. Il retourna à pied chez lui, où il se fit soigner jusqu'au 21, jour de son entrée à l'hôpital.

» Depuis le 18 juin il avait éprouvé une douleur assez vive dans la jambe droite; cette douleur alla toujours en augmentant et s'accompagna bientôt de contractions assez fortes du membre inférieur. Ces contractions se propageaient au tronc, au cou, enfin le trismos se montra; mais ce qui inquiétait le malade, ce n'était pas tant le tétanos qui commençait déjà à se manifester : c'était de ne pouvoir réduire lui-même, comme il avait coutume de le faire, une volumineuse hernie inguinale déjà ancienne. Ce fut là le motif déterminant de son entrée à l'hôpital. A son arrivée on procéda à la réduction de la hernie et le malade fut très-tranquille.

» Le lendemain matin il présentait l'état suivant : face un peu congestionnée; dyspnée; cage thoracique immobile; respiration abdominale; les muscles de cette région sont fortement contractés; les extrémités inférieures sont dans l'extension et rigides.

» Dans la région inguinale gauche on remarquait la tumeur occasionnée par la hernie qui avait de nouveau franchi l'anneau. La réduction en fut opérée par l'interne du service, aidé du chef de clinique; cette opération avait été difficile, à cause de la forte contracture musculaire de l'abdomen.

» Le 23 juin, mêmes symptômes. On constatait en outre une soif violente, de l'inappétence, des nausées; la langue était chargée; trismos; respiration diaphragmatique accélérée; 50 inspirations par minute; intelligence normale; hyperesthésie; insomnie absolue depuis le 21; mouvements convulsifs répétés; vives douleurs aux extrémités inférieures, au tronc, au cou; douleurs moins vives dans l'articulation temporo-maxillaire; contraction permanente des muscles de la vie de relation, donnant tous au toucher la sensation de cordons durs et tendus, en sorte que le malade semblait être d'une *seule pièce*, légèrement courbé en arrière; température prise dans l'aisselle, 38 degrés le matin, 37°,6 le soir.

» *Traitement.* — Le traitement a consisté uniquement dans des injections intra-veineuses de chloral. Commencées le 23 juin et continuées sans interruption jusqu'au 26 juillet, 56^{gr},70 de chloral ont été introduits dans l'appareil vasculaire par doses fractionnées.

» Sous l'influence de ces injections, les accidents se sont amendés peu à peu et le malade a quitté l'hôpital complétement guéri.

» Ce fait, que j'emprunte à la clinique chirurgicale du professeur J.-L. Alarco, a été observé à l'hôpital du Dos de Majo à Lima; il est rapporté dans la *Gazette médicale de Lima* du 15 juillet dernier.

» Il est intéressant à plusieurs égards: d'abord, parce que la méthode des injections intraveineuses de chloral compte un nouveau succès dans le traitement du tétanos; en outre, parce que, malgré trente-neuf injections qui ont permis de faire pénétrer 56^{gr},70 de chloral dans les veines, on n'a observé ni *phlébite*, ni *caillot*, ni *hématurie*. Si j'ai cru devoir signaler ce fait, c'est qu'il me permet de réclamer et d'établir mon droit de priorité quant à l'emploi de la méthode des injections intraveineuses de chloral dans le traitement du tétanos traumatique.

» Le professeur Alarco, dans la leçon de Clinique qu'il fit à l'occasion de ce cas de guérison, s'exprime ainsi :

« Oré (de Bordeaux) a fait usage du chloral comme antidote de la strychnine dans des cas de tétanos strychnique; il l'a administré en injections intraveineuses et a obtenu de bons résultats; mais je suis peut-être le *premier* qui ait employé, *sur l'homme*, le chloral contre le tétanos, non par la voie stomacale, mais *en injections intraveineuses*. »

» Le fait que je viens de rapporter date du mois de juin 1875. Or ma première observation du tétanos, traité par les injections intraveineuses de chloral, est du mois de décembre 1872; la deuxième, du mois de février 1874.

» Il me paraît inutile d'insister sur la conséquence qui découle du rapprochement de ces dates, quant à la question de priorité soulevée par le professeur Alarco de Lima. »

GÉOLOGIE. — *Sur les érosions qu'on doit attribuer à l'action des eaux diluviennes.* Note de M. E. **Robert**.

« Tout le monde sait que les pentes dans les terrains meubles ou de faible consistance sont généralement ravinées; c'est surtout manifeste sur les versants qui regardent le couchant. On ne manque pas d'attribuer, et avec juste raison, ces érosions à l'action des eaux; mais s'est-on demandé si la chute seule des pluies avait pu jamais être capable de produire un pareil

effet, surtout quand il est bien prononcé? Assurément il faut mettre à leur actif un grand nombre d'érosions : tels sont, par exemple, les ravins si profondément encaissés qui sillonnent les flancs des collines des environs d'Epernay, où tant de magnifiques dépouilles marines, notamment le *Cerithium giganteum* se dégagent journellement du calcaire marin très-friable en cet endroit. Dans les grands orages qui fondent sur les plateaux, c'est de la dernière évidence.

» Mais il n'est pas moins vrai qu'une foule d'érosions qui ressemblent à d'anciens torrents desséchés échappent à l'explication que nous croyons pouvoir en donner, par la raison toute simple que le produit des pluies, quelles qu'elles puissent être, qui tombent sur les hauteurs (à moins que ce ne soit des trombes), n'est pas en rapport avec la capacité des plus grandes excavations. Dans la plupart des cas, elles n'ont aucune action sur leurs parois tapissées de mousses ou de lichens. Les ravins de cette sorte sont, depuis un temps immémorial, boisés ou livrés à la culture; tels sont, par exemple, les ravins, aussi larges que profonds, qui serpentent le long des collines crétacées dans la vallée de l'Oise, ce dont nous avons déjà parlé à l'occasion du soulèvement de la craie au nord-ouest de Précy; ou bien encore les immenses fossés naturels qu'offrent les pentes sablonneuses de la forêt de Meudon, au lieu dit le Fond de Morval, près de Chaville (1). Je me borne à ce petit nombre d'érosions, que j'ai bien étudiées.

» S'il en est ainsi, comment donc expliquer la formation de ces grandes érosions, qu'aucun agent, à moins que ce ne soit l'épanchement d'un lac qui viendrait à rompre ses digues, ne pourrait actuellement produire? Ne serait-ce pas le passage brusque des eaux diluviennes ou de ce qu'on est convenu d'appeler géologiquement *cataclysme*? En effet, si l'on veut remonter à leur point de départ, il est facile de voir que les courants principaux sont sortis de bassins formés par des dépressions du sol vers lesquelles, naturellement, les eaux s'étaient d'abord dirigées; de telle sorte qu'après avoir suivi les plus grandes déclivités tournées vers les vallons ou les vallées, l'impétuosité avec laquelle avait lieu l'écoulement n'a pas tardé à leur

(1) Je ne peux mieux comparer ces grands fossés séparés les uns des autres par de simples relevés de terre, qu'aux érosions profondes que j'ai observées en Islande, dans les *tufas*, *pépérino*, etc., et qui résultent de la fonte subite du manteau de neige dont les volcans sont enveloppés lorsqu'ils entrent en éruption.

creuser de très-vastes lits, souvent très-rapprochés les uns des autres. Ajoutons que ces érosions, presque aussi larges à leur origine qu'à leur débouché dans la plaine, sont précisément dans la direction nord-est au sud-ouest, direction qui correspond assez bien à la marche supposée des eaux diluviennes.

» Il semble donc résulter de tout ceci qu'il y a sur les pentes des collines que j'ai prises pour exemples deux sortes d'érosions, les unes très-anciennes, remontant au cataclysme des géologues, les autres plus récentes et encore en voie de creusement. »

VITICULTURE. — *Action de la fumée des fours à chaux sur les vignes.* Note de M. C. **Husson**.

« Depuis longtemps les propriétaires de vignobles situés dans le voisinage des fours à chaux se sont plaints de l'action funeste exercée sur les vignes par la fumée sortie des fours. Plusieurs chimistes, à diverses reprises, ont appuyé ces réclamations.

» Nous avons eu l'occasion de faire des études sur le même sujet dans une vigne voisine d'un four à chaux établi pour la construction du fort Saint-Michel, à Toul; le vin s'était fait dans de bonnes conditions, mais l'odeur et la saveur étaient celles d'une fumée des plus désagréables.

» Le microscope ne laissait voir aucune trace de *mycoderma aceti;* on observait seulement le *mycoderma vini* ou ferment alcoolique. Trois semaines après environ, la fermentation acétique s'est établie, le vin se trouvant dans un bouge ouvert. Le *mycoderma aceti* qu'on a pu alors trouver n'était que le résultat d'une altération secondaire; tout indiquait que ce n'était pas à la cave que le vin s'était gâté.

» Les vignerons affirmant que les raisins avaient la même saveur désagréable que le vin, nous nous sommes rendu à la vigne.

» Cette vigne, dite du Saint-Esprit, est située sur un petit coteau, entre le canal et le chemin de fer. En contre-bas se trouvent les fours à chaux de l'entreprise du fort Saint-Michel. Au sommet existe une pompe d'alimentation où stationnent quelquefois les locomotives qui viennent faire eau. Les vents de l'ouest et du sud-ouest rabattent la fumée des fours à chaux sur la vigne. Le vent froid du Nord pousse la fumée de la locomotive vers la propriété. L'action des fours à chaux est à peu près constante; celle du chemin de fer n'est que momentanée.

» Nous avons constaté sur les feuilles des ceps qui se trouvent près des fours à chaux l'odeur et la saveur reconnues au vin. Les quelques grains de raisin qui restaient présentaient ces caractères d'une manière d'autant plus accentuée qu'ils étaient plus mûrs. De l'autre côté de la ligne, tout aussi près de la pompe d'alimentation, mais en dehors de l'action des fours à chaux, il y a également des vignes dont les feuilles ne sont nullement altérées.

» Plusieurs jours après nous avons renouvelé ces essais. On avait laissé éteindre les fours à chaux, le temps était pluvieux, des locomotives continuaient à envoyer leur fumée par un vent nord-ouest; cependant nous avons remarqué que l'odeur et la saveur avaient presque disparu sur les feuilles situées près des fours à chaux; elles étaient nulles dans le reste de la vigne.

» Pour compléter ces études, nous avons fait promener une locomotive envoyant sur la vigne une fumée noire, épaisse, lourde, sans vapeur d'eau. Il s'est déposé sur les ceps un dépôt charbonneux sans saveur et sans odeur. Des raisins ont été placés dans le plus épais de la fumée jusqu'au moment où ils ont été couverts d'une forte couche charbonneuse. Ces raisins ne laissent à la bouche aucune saveur. Exprimés, ils donnent un jus dans lequel on retrouve du charbon, mais qui n'a point de mauvais goût. Le vin qui en résulte est excellent. Avec de la houille employée dans les fours à chaux et du calcaire marneux destiné à la préparation de la chaux hydraulique, nous avons, à l'aide d'un fourneau à réverbère, établi une sorte de four à chaux. Les premières vapeurs qui se dégagent, alors qu'il n'y a encore que la houille en ignition, ressemblent à celles des usines à gaz; mais, aussitôt que le calcaire commence à se calciner et que les matières organiques qu'il renferme se décomposent, on reconnaît aussitôt l'odeur empyreumatique donnée par le vin, odeur qui rappelle la créosote et les huiles animales empyreumatiques.

» Du raisin placé à ce moment dans les vapeurs qui se dégagent du four a pris aussitôt l'odeur et la saveur observées dans le vin étudié précédemment. On a remarqué depuis longtemps que cette saveur est plus apparente dans les vins vieux que dans les vins nouveaux, dans les vins rouges que dans les vins blancs; que la substance qui produit cette altération ralentit la fermentation et qu'elle passe avec l'alcool par distillation, ce que nous avons vérifié par les opérations suivantes :

» Nous avons placé 100 grammes du vin infecté dans une fiole de 150 centimètres cubes, fermée par un bouchon de caoutchouc traversé par

un tube dont une extrémité plongeait dans le liquide. Le vin ne s'est élevé que de quelques centimètres, ce qui indiquait un arrêt dans la fermentation.

» Du vin gris provenant du même foudre, ayant l'odeur et la saveur empyreumatiques, mais moins accentuées, soumis à la même expérience sous l'influence de l'acide carbonique, s'est élevé rapidement au sommet du tube qui avait $0^m,20$ de haut, puis s'est écoulé en entier dans l'espace de vingt-quatre heures. Le vin était donc en pleine fermentation.

» Du vin de l'année, commencé au même moment, placé dans la même cave, provenant d'autres vignes non infectées, s'est élevé encore à $0^m,20$, mais il n'a pu sortir du tube, la fermentation étant sur le point d'être terminée et le dégagement d'acide carbonique étant très-faible.

» La substance empyreumatique se trouve simplement à la surface des grains de raisin; elle se dissout d'autant mieux qu'il y a plus d'alcool formé : par conséquent le vin gris doit avoir une saveur moins prononcée que le vin rouge, puisqu'on l'a soustrait à l'action du produit infectant avant qu'il y ait une quantité notable d'alcool formée; aussi la fermentation a-t-elle été ralentie, mais non arrêtée.

» Pour le vin rouge au contraire, la fermentation, vive dès le début, a diminué peu à peu à mesure que la dissolution s'est opérée, puis elle s'est arrêtée avant celle qui s'était produite dans les autres foudres, ce qui a naturellement déterminé une différence dans la richesse alcoolique; en effet, la distillation nous a donné :

Pour le vin non altéré......	$9\frac{1}{2}$ pour 100	alcool,	bon goût;
Pour le vin gris...........	$8\frac{1}{2}$ »	»	mauvais goût;
Pour le vin rouge infecté...	8 »		avec le goût empyreumatique du vin.

» Le principe infectant est donc volatil, soluble dans l'alcool, antifermentescible, propriétés communes aux substances phéniques.

» Nous avons recherché si, parmi les substances goudronneuses entraînées par la fumée, il n'y en avait pas pouvant être reconnues par une réaction spéciale. On a signalé, parmi les produits qui se dégagent, le phénol et l'aniline. 250 grammes de vin ont été traités par 100 grammes d'éther à 56 degrés; ces deux liquides ont été laissés en contact pendant vingt-quatre heures en ayant soin d'agiter de temps en temps; l'éther a été décanté. L'éther se charge de la matière empyreumatique odorante; si on l'évapore, on obtient un résidu qui a l'odeur du vin altéré, qui brunit à l'air et par l'action de la potasse. Enfin, si l'on délaye le résidu dans un peu d'eau et si

l'on ajoute, avec précaution, une solution d'hypochlorite de soude, on obtient la coloration d'un bleu violet qui devient pourpre et passe presque immédiatement au brun jaune.

» En traitant de la même manière du vin qui n'a pas été altéré par la fumée des fours à chaux, le résidu sous l'influence de l'hypochlorite devient incolore, puis jaune petit-lait.

» Dans cette expérience, nous avons tenu à n'ajouter ni phénol ni aniline, puisque ces deux corps se trouvent dans la fumée des fours à chaux.

» Si la coloration donnée par le réactif précédent (réactif Jacquemin) est d'un bleu franc, c'est que le phénol et l'aniline sont dans les proportions voulues pour donner le phénate d'aniline; si la teinte est plus violacée que bleue, c'est qu'il y a excès d'aniline. »

M. **Gosselin** s'exprime en ces termes au sujet d'une réclamation de M. Guérard, relative au thermo-cautère de M. Paquelin :

« Il résulte de la lettre de M. Guérard fils, lue dans la dernière séance par M. le Secrétaire perpétuel, qu'en 1857 on a présenté à l'Académie de Médecine un cautère métallique qui se chauffait avec la flamme d'un courant d'hydrogène (gaz de l'éclairage) mélangé avec un courant d'air, et que dans cette Communication M. Guérard père est cité comme ayant proposé d'employer, pour produire la flamme destinée à chauffer le platine, un courant d'éther et d'air. L'auteur de la lettre voit dans ce procédé une grande analogie avec celui de M. Paquelin et croit devoir revendiquer la priorité en faveur de son père.

» Mais l'invention de M. Guérard diffère essentiellement de celle de M. Paquelin par les caractères suivants :

» 1° Dans le cautère Mathieu-Guérard, la flamme est séparée du cautère qu'elle doit chauffer par un espace libre. Dans celui de M. Paquelin, il n'y a pas de flamme, et la chambre de platine, chauffée par les vapeurs condensées de carbure d'hydrogène et d'air, est close.

» 2° Pour se servir du premier, il faut éteindre la flamme, puis la rallumer si l'on veut faire une deuxième cautérisation. On peut se servir du cautère Paquelin deux, trois, quatre fois de suite sur un seul ou sur plusieurs malades sans rien éteindre.

» 3° Avec le premier, on ne peut que cautériser en surface. Avec le second, on cautérise en surface et en profondeur; on peut également se servir du thermo-cautère pour enlever des tumeurs.

» 4° Le premier, conseillé en 1857, ne paraît avoir été employé que deux fois, et encore, dans chacun des cas, s'est-on servi du gaz de l'éclairage et non de la vapeur d'éther pour chauffer le platine. Depuis la Note de 1857, il n'a plus été question de ce cautère, et il n'est resté que la cautérisation avec la flamme elle-même du gaz de l'éclairage, dont Nélaton s'est servi plusieurs fois pour le col de l'utérus. Mais ce mode de cautérisation lui-même est loin d'offrir la commodité, la simplicité et les applications multiples du procédé de M. Paquelin, et il a été bientôt abandonné.

» En somme, on ne peut refuser à M. Paquelin d'avoir réalisé et rendu facilement applicable une idée nouvelle, celle d'obtenir, en chambre close et sans flamme extérieure, un cautère permanent dont les formes variées s'accommodent à toutes les indications de la cautérisation au fer rouge, et qui, par son emploi facile et commode, est supérieur non-seulement au cautère dont parle M. Guérard, mais à tous les procédés de cautérisation au fer rouge que nous connaissions jusqu'à présent. »

M. Resal présente à l'Académie, de la part de M. *Beugnot*, créateur de la locomotive de montagne *la Rampe*, une photographie d'une locomotive-tender qui se construit dans les ateliers de la *Société alsacienne* de Mulhouse.

« Cette machine, qui est à quatre essieux dont trois sont couplés et dont le quatrième est articulé, a été spécialement étudiée pour les chemins de fer à voies étroites (1 mètre), à tracé accidenté, dont les rails pèsent de 18 à 20 kilogrammes le mètre courant. L'essieu porteur articulé, placé à l'arrière, permet d'étendre la largeur du foyer au delà du plan des roues.

» La machine de M. Beugnot peut remorquer 100 tonnes sur des rampes de 15 millimètres et sur des courbes de 90 à 100 millimètres de rayon, avec une vitesse normale de 17 à 20 kilomètres à l'heure. Elle est munie d'un frein à vis, à double mâchoire, appliqué aux roues motrices, d'un frein à contre-vapeur et de deux injecteurs du système Friedmann. Sa distribution appartient au système Allan; enfin les essieux, les bandages et tout le mécanisme sont en acier. Cette machine, dont les éléments sont très-habilement combinés, est appelée à rendre de grands services aux populations de nos montagnes. »

La séance est levée à 5 heures et demie. D.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 MAI 1876.

PRÉSIDENCE DE M. LE VICE-AMIRAL PÂRIS.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE. — *Sur la constitution atomique des corps.* Note de M. DE SAINT-VENANT.

« A la suite d'une Communication intéressante de M. Villarceau, relative au rapport numérique des deux chaleurs spécifiques dans les gaz, dont les molécules seraient *monoatomiques* (et qui a été suivie d'une autre non moins remarquable le 22 de ce mois), notre savant confrère M. Berthelot a présenté, comme réserves, dans la séance du 15 (1), des observations qu'il termine ainsi :

« La notion même d'un atome indivisible, et cependant étendu et continu, *aussi bien que celle d'un atome doué de masse et cependant réduit à un point matériel*, semble contradictoire en soi... »

» Je partage depuis longtemps, comme ont fait Cauchy, Ampère, etc., la première partie de l'avis de M. Berthelot, car, pour beaucoup de raisons, les unes métaphysiques, *les autres physico-mathématiques*, que j'ai

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXII, p. 1129-1130.

développées ailleurs (1), je ne puis admettre une étendue *continue* dans les corps, ni dans leurs atomes composants.

Mais je crois devoir réclamer contre la seconde partie de l'observation finale de notre confrère. Il n'y a, en effet, rien de contradictoire à supposer qu'un atome inétendu se meuve avec différentes vitesses sous l'action de forces attractives et répulsives, émanant d'autres atomes également sans dimensions; qu'il exerce, sur ceux-ci, des réactions, et que ces forces égales et contraires, d'intensités variables avec les distances, communiquent à chaque instant, aux deux atomes de chaque paire, des composantes d'accélération, ou égales pour tous deux, ou constamment plus grandes pour l'une des deux que pour l'autre; en un mot, à douer ces *points matériels* de mobilité, de masses propres, d'inertie et d'actions, tout comme on les attribue aux atomes crus étendus, figurés et insécables, que nous ont légués les philosophes grecs.

» Il n'y a aucun lien logique nécessaire entre l'idée d'existence, même matérielle, et l'idée d'étendue. Un être inétendu ne sera pas, par cela seul, un esprit; ce sera un élément corporel si, obéissant insciemment à des lois dynamiques, il occupe à chaque instant une position déterminée dans l'espace, soit absolu, soit relatif à d'autres éléments, également localisés dans des points; c'est-à-dire s'il s'en trouve à de certaines distances, et si, ces distances changeant, il se transporte d'un lieu à un autre avec toutes ses propriétés, au nombre desquelles peut se trouver celle d'agir sur nos sens.

» On l'a dit depuis longtemps : de petites sphères très-espacées, et, tout aussi bien qu'elles, de simples points, par leurs groupements à diverses distances d'équilibre relatif, en deçà et au delà desquelles il se développe entre eux des actions énergiquement résistantes, peuvent constituer des molécules intégrantes aussi stables qu'on veut, former tous les assemblages polyédriques qu'étudie la cristallographie, et composer des corps de toutes dimensions, élastiques, mais d'une grande solidité, bien que formés de points nulle part contigus.

» Vainement l'imagination humaine, sous l'empire variable des sens, réclamera contre ces êtres sans étendue, comme elle a réclamé si longtemps contre les antipodes, le mouvement de la Terre, la pesanteur de l'air, etc.

---

(1) *Mémoire sur la question de savoir s'il existe des masses continues, et sur la nature probable des dernières particules des corps* (*Bulletin de la Société philomathique de Paris*, 20 janvier 1844).

Que seulement la raison, qui doit au total être la maîtresse, combatte quelque peu les répugnances instinctives de cette capricieuse servante, et bientôt elle s'apprivoisera, s'accoutumera à la considération de ces sortes d'éléments, sans l'admission explicite desquels la Physique atomique, j'en suis convaincu, ne sera jamais nettement constituée.

» C'est, comme on le voit, mais en le débarrassant de complications devenues inutiles, le système auquel a été conduit le P. Boscowich à la suite de considérations sur la loi de continuité qui lui semblait, comme elle a semblé à Jean Bernoulli, à Leibnitz, à Wolf, à Kant, etc., violée de bien des manières par l'atomisme des anciens, que Gassendi a fait revivre.

» A cette occasion je ferai une remarque. Plusieurs auteurs, soit anglais, soit allemands, dans des œuvres qui sont du reste d'une haute portée, voulant étendre à des substances élastiques celluleuses, ou spongieuses, ou demi-fluides, telles que le liége, les gelées, les moelles végétales, le caoutchouc, les formules d'élasticité des solides, découvertes et établies en France de 1821 à 1828 par Navier, Cauchy, Poisson, Lamé et Clapeyron, et ayant besoin, pour une pareille extension, d'augmenter en nombre ou de rendre indépendants les uns des autres des coefficients de ces formules, se sont pris à condamner vivement, sous le nom de *théorie de Boscowich*, non pas son idée capitale de réduction des atomes à des centres d'action de forces, mais la loi même, la loi physique générale des actions fonctions des distances mutuelles des particules qui les exercent réciproquement les unes sur les autres. Et ils attribuent ainsi au célèbre religieux l'*erreur grave* où sont tombés, suivant eux, Navier, Poisson et nos autres savants, créateurs, il y a un demi-siècle, de la Mécanique moléculaire ou interne. Or cette loi blamée, cette loi qui a été mise en œuvre aussi par Laplace, etc., et prise par Coriolis et Poncelet pour base de la Mécanique physique, n'est autre que celle de Newton lui-même, comme on le voit non-seulement dans son grand et principal ouvrage, mais dans le Scholie général de sa non moins immortelle Optique. L'usage fait de cette grande loi n'est point une erreur; et les formules d'élasticité à coefficients réduits ou, pour mieux dire, *déterminés*, où elle conduit pour les corps réellement solides, tels que le fer et le cuivre, sont conformes aux résultats bien discutés et interprétés d'expériences faites sur ces métaux (1); expériences au nombre desquelles il y en a de fort concluantes, récemment dues à M. Cornu. J'ajouterai que, si la mise en œuvre de la même loi newtonienne conduit à prouver mathéma-

(1) Appendice V de mes Notes sur la troisième édition, 1864, des *Leçons de Navier*.

tiquement qu'une masse de matière continue, si elle existait, ne pourrait être qu'inconsistante, infiniment molle, vaporeuse même, et inhabile par conséquent à constituer les atomes compactes de Démocrite, on arrive à la même conclusion si l'on applique cette autre loi d'action moléculaire donnée comme plus large, parce qu'elle est moins déterminée, que les auteurs anglais lui ont substituée d'après Green, et qui, dégagée du *potentiel* qui entre dans son expression, reviendrait à ce que l'action entre deux points matériels d'un système aurait une intensité fonction non-seulement de leur distance mutuelle propre, mais des distances des autres points qui les environnent. Notre raisonnement de 1844, qui n'était guère qu'une traduction et un développement de ceux de Poisson et de Cauchy, et qui exclut mathématiquement les masses dures continues, subsiste donc sans invoquer la loi de Newton et Laplace, jugée trop restrictive par Green, qui avait besoin, aussi, d'indétermination, pour un autre but qu'il désirait atteindre.

» Sans rappeler les autres considérations nombreuses pouvant être présentées sur ce sujet, je conclurai donc avec M. Berthelot que l'on ne peut pas, sans se mettre en contradiction avec ce qui ressort de l'ensemble des phénomènes terrestres et célestes, regarder les atomes comme des corpuscules formés de matière continue et dure; mais j'ajoute qu'il n'y a rien de contradictoire à les regarder comme des points matériels doués de toutes les propriétés, moins l'étendue, que l'observation montre dans les corps visibles et tangibles. »

THERMODYNAMIQUE. — *Nouvelles remarques sur l'existence réelle d'une matière formée d'atomes isolés, comparables à des points matériels;* par M. **Berthelot.**

« 1. La molécule du gaz mercuriel se comporte sensiblement, au point » de vue de ses propriétés mécaniques et thermiques, comme un point ma- » tériel ». Telle est la conclusion énoncée par MM. Kundt et Warburg (*Annales de Poggendorff*, t. CLVII, p. 356), à la suite de leurs expériences sur la vitesse du son dans cette vapeur. Ils ont tiré cette conclusion de la formule suivante, donnée par M. Clausius en 1857, d'après certaines considérations sur la nature du mouvement calorifique dans les gaz :

$$\frac{K}{H} = \frac{3}{2}\,\frac{\gamma' - \gamma}{\gamma},$$

K étant la force vive du mouvement de translation, H la force vive totale,

γ et γ' les chaleurs spécifiques (en volume) prises à volume constant et à pression constante, quantités que M. Clausius suppose être indépendantes de la température et de la pression ; la différence $\gamma' - \gamma$ serait même constante pour tous les gaz simples ou composés, supposés amenés à l'état de gaz idéal (1).

» Notre éminent confrère, M. Yvon Villarceau, a reproduit cette formule sous une forme à peu près équivalente dans le dernier numéro des *Comptes rendus*. Il ne m'appartient pas d'en discuter la valeur au point de vue mathématique; mais je demande à l'Académie la permission de développer, au point de vue physique, les réserves que j'avais cru devoir faire dans la dernière séance.

» 2. Sans contester l'exactitude des résultats annoncés par MM. Kundt et Warburg, et en les admettant, jusqu'à discussion plus approfondie, comme suffisamment garantis par l'exactitude de ces savants expérimentateurs, je crois cependant qu'il est permis d'élever quelque doute sur l'application à la vapeur de mercure des formules des chaleurs spécifiques, déduites de la théorie des gaz parfaits. Ces formules supposent, en effet, que les chaleurs spécifiques sont indépendantes de la température. Or l'expérience n'a vérifié cette propriété que pour deux ou trois gaz seulement. En fait, la chaleur spécifique à pression constante d'un grand nombre de gaz, sinon de la plupart d'entre eux, varie avec la température, et cela dans des proportions d'un quart et même de moitié : c'est ce qu'ont montré les expériences de M. Regnault sur le protoxyde d'azote et sur l'acide carbonique, aussi bien que les expériences toutes récentes de M. Eilhard Wiedemann (*Annales de Poggendorff*, t. CLXVII, p. 39) sur les mêmes gaz, sur le gaz ammoniac et sur le gaz oléfiant; variations d'autant plus remarquables qu'elles ont été observées même entre les limites où ces gaz satisfont sensiblement aux lois de Mariotte et de Gay-Lussac. Il en est sans doute de même de la chaleur spécifique à volume constant, et du rapport des deux chaleurs spécifiques, rapport sur lequel roule la discussion actuelle. Toutes ces quantités sont des fonctions de la température, qu'il n'est pas permis de traiter comme des constantes dans les raisonnements.

» Admettons, par exemple, avec M. Clausius, que la différence $\gamma' - \gamma$ soit constante pour tous les gaz, simples ou composés, cette quantité repré-

---

(1) *Théorie mécanique de la chaleur*, par Clausius, traduite par Folie; 2e partie, p. 215. Chez E. Lacroix, 1869.

sentant la chaleur consommée par le travail extérieur de dilatation, lequel est le même pour tous les gaz qui obéissent aux lois de Mariotte et de Gay-Lussac (*Théorie mécanique de la chaleur* citée plus haut, t. I, p. 46-49). La constance approchée de cette quantité résulte d'ailleurs, sans aucune hypothèse, des expériences faites par Dulong en 1829 (*Annales de Chimie et de Physique*, 2e série, t. XLI, p. 156); il avait érigé en loi, dès cette époque, la constance de la quantité de chaleur absorbée par des volumes égaux de tous les fluides élastiques dilatés subitement d'une même fraction de leur volume. Ceci posé, observons que la chaleur spécifique à volume constant γ variera précisément de la même quantité que la chaleur spécifique à pression constante γ', dans les expériences de M. Regnault et de M. E. Wiedemann, du moins entre les limites où ces gaz satisfont aux lois de Mariotte et de Gay-Lussac; γ diminuera donc avec la température, et cela dans une forte proportion, dans les expériences que je viens de citer. Par suite le rapport $\frac{\gamma'-\gamma}{\gamma}$ irait croissant, à mesure que la température diminuerait, le dénominateur diminuant sans cesse; le rapport même des deux chaleurs spécifiques grandirait aussi avec l'abaissement de la température. On pourrait donc obtenir ainsi des valeurs supérieures au nombre 1,41 trouvé pour divers gaz composés, et même des valeurs capables d'atteindre, pour un intervalle de 200 ou 300 degrés, sinon de surpasser le rapport 1,67 trouvé par les savants physiciens allemands. La question réclame de nouvelles expériences, et je ne prétends pas la décider d'une manière absolue; mais il me suffit d'avoir montré que la variabilité du rapport des deux chaleurs spécifiques et l'accroissement de ce rapport en sens inverse de la température sont des conséquences possibles de la variabilité observée des chaleurs spécifiques.

» 3. Il existe bien des faits dans la Science qui montrent avec quelles réserves il convient de procéder dans l'application des théories thermodynamiques aux chaleurs spécifiques des gaz et des vapeurs. Je citerai, par exemple, les chaleurs spécifiques des vapeurs des chlorures de phosphore, d'arsenic, de silicium, de titane, d'étain, d'après M. Regnault, lesquelles surpassent, d'un tiers et même de moitié les chiffres déduits par la théorie de M. Clausius du nombre de leurs atomes.

» Je citerai encore la valeur des chaleurs spécifiques du chlore et du brome gazeux, d'après M. Regnault, laquelle surpasse d'un quart environ celle des gaz réputés parfaits, tels que l'hydrogène ou l'azote.

» Ces faits, je le répète, montrent que la connaissance physique des cha-

leurs spécifiques des gaz est encore trop peu avancée pour permettre d'y appliquer une théorie mathématique générale; ils frappent de suspicion en particulier les théories qui supposent les deux chaleurs spécifiques indépendantes de la température et douées de valeurs identiques pour tous les gaz réels, pris dans l'état où nous les connaissons. Au lieu de conclure que le gaz mercuriel est formé, soit de points matériels, soit d'atomes étendus, continus et cependant indivisibles et doués d'une résistance absolue à toute déformation, ce qui me semble une pure abstraction mathématique, peut-être vaudrait-il mieux poursuivre l'examen expérimental des faits que je viens de rappeler, et dont la théorie actuelle ne rend pas compte : cet examen conduira sans doute à une conception plus compréhensive de l'action de la chaleur sur le gaz.

» 4. Un gaz formé de points matériels, ou d'atomes incapables de mouvements intra-moléculaires, devrait jouir de propriétés tout à fait exceptionnelles. En effet, les dimensions absolues des molécules des gaz n'exercent pas seulement leur influence sur le rapport des chaleurs spécifiques de ces gaz; mais elles interviennent dans la plupart des propriétés physiques des corps liquides ou solides, qui résultent de la condensation des gaz. Si donc les molécules du mercure gazeux étaient assimilables à des points matériels, tandis que les molécules des autres gaz offriraient des dimensions notables, il semble que les propriétés d'un tel gaz, formé de points matériels, devraient, je le répète, différer beaucoup de celles des autres gaz.

» Par exemple un gaz formé de points matériels ne devrait pas fournir de raies par l'analyse spectrale, la formation des raies paraissant dépendre surtout des vibrations intra-moléculaires. Or on sait que le gaz mercuriel fournit des raies comparables à celles des autres métaux.

» De même, le liquide et le solide qui résultent de la condensation de la vapeur du mercure devraient offrir des propriétés très-différentes de celle des liquides et des solides qui résultent de la condensation des autres gaz, de celle du potassium où de l'iode gazeux par exemple, ou bien encore de celle de l'eau gazeuse : tous gaz dont la théorie atomique assimile la constitution moléculaire à celle de l'hydrogène ou de l'azote.

» Précisons cette relation par des chiffres : 1 gramme de mercure solide à — 40 degrés, étant changé en gaz à 360 degrés sous la pression atmosphérique, prend un volume 3600 fois aussi grand; tandis que 1 gramme d'eau solide, changée aussi en gaz à 400 degrés, prend un volume 2900 fois aussi grand. L'accroissement de la distance moyenne des centres de gravité des molécules est donc à peu près le même dans le mercure et dans l'eau, lors

du passage de l'état solide à l'état gazeux, pour un même intervalle de température, les distances moyennes devenant 14 fois aussi grandes pour l'eau, et 15 fois seulement aussi grandes pour le mercure. Pour l'iode gazeux à 400 degrés, les distances moyennes des centres de gravité des molécules sont à peu près 11 fois aussi grandes que pour l'iode solide.

» Observons maintenant que les propriétés des corps solides exigent l'intervention de certaines actions réciproques entre leurs molécules. La cohésion, l'aptitude à cristalliser et les autres propriétés du mercure solide ne sont pas tellement différentes de celles du potassium, de l'iode ou de l'eau solide, que l'on soit autorisé à admettre entre les molécules du mercure des actions réciproques infiniment plus faibles que dans l'iode ou l'eau solide. Or, si les actions réciproques des molécules de tous les corps sont du même ordre dans l'état solide, il est difficile de concevoir qu'à des distances 10 à 15 fois aussi grandes seulement ces actions soient tellement modifiées qu'elles puissent demeurer notables dans la plupart des gaz, tandis qu'elles deviendraient insensibles dans la vapeur de mercure.

» Mais je ne veux pas insister plus qu'il ne convient sur cet ordre de considérations.

» 5. Un mot maintenant sur le point de vue chimique : il dérive de la conception d'Avogadro, d'après laquelle tous les gaz, simples ou composés, seraient formés du même nombre de molécules sous le même volume. Les poids de ces molécules seraient proportionnels aux poids atomiques. Cette conception a été celle de la Chimie atomique, jusqu'à ces vingt dernières années. Mais, il y a quinze à vingt ans, les savants adeptes de cette théorie crurent lever toutes les difficultés qui en avaient empêché jusque-là l'adoption, en déterminant les poids atomiques des corps simples d'après leurs chaleurs spécifiques rapportées à l'état solide. Pour le mercure, en particulier, on obtient ainsi un poids atomique deux cents fois aussi grand que celui de l'hydrogène. Or le poids du litre de vapeur de mercure est seulement cent fois aussi considérable que celui de l'hydrogène ; si donc il renfermait un nombre de molécules égal, il faudrait que la molécule du mercure pesât cent fois autant ; tandis que le poids atomique adopté plus haut indiquerait un poids moléculaire du mercure deux cents fois aussi grand que celui de l'hydrogène. Pour expliquer cette anomalie, on a dit que la molécule libre du mercure est formée d'un atome chimique ; tandis que, d'autre part, l'explication des phénomènes de la combinaison chimique conduirait à admettre que la molécule libre de l'hydrogène et des autres éléments serait formée de deux atomes. En d'autres termes, le nombre des

molécules serait le même dans l'hydrogène et dans le gaz mercuriel ; mais le nombre des masses définies comme unités chimiques, c'est-à-dire le nombre des masses atomiques contenues dans 1 litre de gaz mercuriel serait précisément la moitié du nombre des masses atomiques contenues dans 1 litre d'hydrogène ou d'un autre gaz, ces dernières étant assemblées deux à deux.

» J'ai discuté ailleurs (1) d'une manière plus approfondie la valeur de ces conceptions : pour le moment il suffira d'observer qu'elles nous font connaître seulement des rapports, sans fournir aucune lumière sur la grandeur absolue ou sur la constitution intime des masses atomiques elles-mêmes. Chacune de celles-ci pourrait être formée par l'agrégation d'une multitude de particules plus petites, sans que les théories chimiques en éprouvent aucune modification.

» Il y a plus : la conception d'une matière unique et fondamentale, dont les états d'agrégation multiples constitueraient les corps simples que nous connaissons, avec leurs propriétés spécifiques, conception à laquelle se rallient d'excellents esprits, semble impliquer que les masses atomiques de nos éléments, celle du mercure en particulier, dont le poids (100 ou 200) est si élevé, sont fort éloignées de l'état d'atomes véritables. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les sels formés par le peroxyde de manganèse.* Note de M. E. **Fremy**.

« On sait qu'il existe un certain nombre d'oxydes qui peuvent être alternativement *indifférents, acides ou basiques.*

» Quelles sont les influences qui font varier ainsi le rôle chimique d'un oxyde? Cette question, qui offre un si grand intérêt au point de vue théorique et qui se rattache aux phénomènes généraux de l'isomérie, m'a constamment préoccupé dans mes recherches sur les *acides métalliques* et *sur les hydrates;* elle se présente de nouveau dans le travail sur les sels de peroxyde de manganèse, dont je vais faire connaître les principaux résultats à l'Académie.

» Le peroxyde de manganèse, pris à l'état anhydre, ne se dissout ni dans les acides ni dans les liqueurs alcalines; aussi le considère-t-on souvent comme *un oxyde indifférent.*

» Dans quelques cas, le peroxyde de manganèse se comporte comme

(1) La *Synthèse chimique*, p. 154, chez Germer-Baillière; 1876.

un *oxyde salin* formé par la combinaison de l'acide manganique et du protoxyde de manganèse; en effet, par l'action de la potasse en fusion, il se dédouble de la manière suivante :

$$2(MnO^2) + KO, HO = MnO^3, KO + MnO, HO.$$

» Cette production de manganate de potasse, en dehors de toute influence d'oxydation extérieure et sans dégagement d'hydrogène, caractérise le peroxyde de manganèse et permet de le distinguer facilement de tous les autres oxydes de manganèse qui ne forment des manganates que par l'action des oxydants.

» Le peroxyde de manganèse a été souvent aussi placé au nombre *des acides métalliques* : on trouve en effet, dans la nature, des combinaisons de peroxyde de manganèse avec différentes bases telles que la baryte : M. Weldon a produit de nombreux composés de peroxyde de manganèse avec la potasse, la soude, la chaux, la magnésie.

» Je vais essayer de prouver que le peroxyde de manganèse peut jouer un quatrième rôle et se comporter, dans certains cas, comme une *véritable base*.

» Le peroxyde de manganèse serait donc alternativement *indifférent*, *salin*, *acide* et *basique*.

» Il est difficile de constater le rôle basique du peroxyde de manganèse dans la réaction des acides, même concentrés, sur cet oxyde pris à l'état anhydre; la température qu'il faut produire pour déterminer l'action chimique est un obstacle à la combinaison de l'oxyde de manganèse avec les acides.

» J'ai combiné cependant, mais avec difficulté, le peroxyde de manganèse à l'acide sulfurique, en opérant sur l'hydrate $MnO^2, 2HO$, qui s'attaque à une température plus basse que l'oxyde anhydre.

» Le procédé qui m'a le mieux réussi, dans la préparation d'un sel de peroxyde de manganèse, consiste à décomposer le permanganate de potasse par un excès d'acide sulfurique, en mettant à profit la grande instabilité de l'acide permanganique et aussi l'*état naissant* de MnO^2.

» Je traite 100 grammes de permanganate de potasse par 500 grammes d'acide sulfurique étendu de 150 grammes d'eau; je laisse refroidir l'acide avant de le faire agir sur le permanganate de potasse : l'acide permanganique, isolé d'abord sous forme huileuse, se décompose peu à peu en dégageant de l'oxygène : au bout de quelques jours la production du gaz cesse, et l'on obtient une liqueur d'un jaune foncé qui, dans mes recherches, est devenue une source féconde de nouveaux produits. J'avais d'abord envisagé

ce corps comme le sulfate de sesquioxyde; mais j'ai été conduit à considérer ce liquide comme contenant un sulfate de peroxyde de manganèse $(SO^3)^2, MnO^2$, en m'appuyant sur les considérations suivantes :

» 1° Ce sel jaune, qui est déliquescent et soluble dans l'acide sulfurique, se décompose par l'eau en laissant déposer un hydrate de peroxyde de manganèse qui a pour formule $MnO^2, 2HO$.

» 2° La liqueur qui provient de cette décomposition ne retient en dissolution, quand elle n'a pas reçu l'influence des réducteurs, que de l'acide sulfurique, sans protoxyde de manganèse; cette circonstance est importante à noter, car elle prouve que, dans le sulfate jaune, l'acide est bien combiné à l'oxyde MnO^2.

» 3° En soumettant le liquide jaune à la méthode d'analyse que je décrirai plus loin, j'ai trouvé que l'oxyde combiné à l'acide sulfurique a réellement pour formule MnO^2 et non Mn^2O^3.

» 4° La liqueur jaune abandonnée à l'air, ou mieux saturée de sulfate de potasse, laisse déposer un sous-sulfate noir, dont la composition est représentée par la formule SO^3, MnO^2 : ce sous-sulfate, traité par l'acide sulfurique, reproduit le sulfate jaune.

» 5° Certains sels, tels que le sulfate de protoxyde de manganèse et le sulfate de potasse, se combinent au sulfate jaune et forment des sels doubles cristallisés qui contiennent le sulfate de peroxyde de manganèse

$$(SO^3)^2, MnO^2.$$

» Comme la question analytique était le point important de ce travail, j'ai essayé successivement toutes les méthodes qui pouvaient s'appliquer à l'analyse des oxydes de manganèse isolés ou en combinaison avec les acides : le procédé qui m'a donné les résultats les plus nets est celui de M. Margueritte, que M. Terreil a expérimenté récemment dans l'analyse de différents composés de manganèse; il consiste, comme on le sait, à faire agir les oxydes suroxygénés de manganèse sur du protochlorure de fer mélangé à un excès d'acide sulfurique et dont la composition est déterminée, avant et après l'expérience, au moyen d'une dissolution titrée de permanganate de potasse.

» J'ai contrôlé l'exactitude de cette méthode de différentes façons, mais principalement en analysant des échantillons très-purs et bien cristallisés de *pyrolusite*, dont la composition ne laisse aucune incertitude : je suis arrivé dans ces déterminations à des nombres qui se confondent presque avec ceux donnés par la théorie; je citerai ici une de ces analyses.

	Trouvé.		Théorie.
Mn.......	63,62	Mn.......	63,28
O........	37,00	O........	36,72

» Sachant que notre savant confrère, M. Berthelot, faisait usage de l'acide oxalique dans ses analyses d'oxydes de manganèse, je l'ai prié d'apprécier, par son procédé, la composition de quelques-uns de mes produits. J'ai eu la satisfaction de reconnaître que les déterminations de M. Berthelot s'accordaient avec celles que j'ai faites.

» Quant au manganèse, je l'ai dosé, tantôt à l'état de sulfate anhydre, quand les sels ne contenaient pas de potasse, tantôt en le précipitant à l'état de sesquioxyde, par le brome, en présence d'un excès d'ammoniaque.

» Le mode d'analyse étant une fois fixé, j'ai pu déterminer la composition et examiner les propriétés de ce liquide jaune qu'on obtient en traitant le permanganate de potasse par l'acide sulfurique.

» J'ai rencontré rarement un corps présentant plus d'intérêt, mais aussi plus de difficultés dans son étude, que ce singulier liquide; en effet, l'eau le décompose; il oxyde à froid presque tous les corps organiques et deviendra certainement un réactif précieux; il n'est stable qu'en présence d'un grand excès d'acide sulfurique; ce n'est donc qu'au moyen de la porcelaine dégourdie qu'on peut isoler et purifier les produits de sa décomposition; j'en ai obtenu cinq, qui sont le peroxyde de manganèse hydraté et amorphe, l'hydrate de peroxyde de manganèse cristallisé, différents sous-sulfates de peroxyde de manganèse, un sulfate double de protoxyde et de peroxyde de manganèse qui est cristallisé, une combinaison, également cristalline, résultant de l'action de ce dernier sel sur le bisulfate de potasse : je décrirai rapidement quelques-uns de ces corps.

» J'obtiens les hydrates de peroxyde de manganèse amorphes ou cristallisés en versant une petite quantité d'eau dans la liqueur jaune et en l'exposant à l'air pendant quelques jours.

» Voici la composition de cet hydrate :

	Trouvé.				Théorie.
Mn.......	44,2	44,5	45,1	Mn.......	44,77
O.........	24,5	25,3	25,3	O.........	25,98
HO.......	31,3	30,2	29,6	HO.......	29,25

» Dans cette décomposition, j'ai produit quelquefois un hydrate représenté par la formule $(MnO^2)^2, 3HO$; le degré d'hydratation dépend de la quantité d'acide sulfurique que contient la liqueur.

» L'hydrate de protoxyde de manganèse se dissout à chaud dans l'acide sulfurique concentré en produisant le sulfate jaune; mais, sous l'influence de la chaleur, ce sel se décompose presque immédiatement, dégage de l'oxygène et donne soit l'oxyde de manganèse hydraté, soit le sulfate rose : l'acide chlorhydrique le dissout en produisant un chlorure correspondant $MnCl^2$.

» Lorsque, au lieu de décomposer le sulfate jaune par l'eau, on abandonne la liqueur à l'air humide et qu'on isole successivement, au moyen de la porcelaine dégourdie, les corps qui se précipitent, on obtient une série de sous-sulfates de peroxyde de manganèse qui sont noirs : celui que j'ai le plus souvent produit, dans cette décomposition, se rapprochait beaucoup de la formule $SO^3, MnO^2 + Aq$. Ce sel se précipite aussi, lorsqu'on sature la liqueur jaune avec du sulfate de potasse.

» Ces sous-sulfates se dissolvent dans un excès d'acide sulfurique et régénèrent le sel jaune primitif $(SO^3)^2, MnO^2$. Je n'ai pas obtenu, à l'état de liberté, le sel $(SO^3)^2, MnO^2$; mais j'ai pu l'engager dans des sels doubles cristallisés; c'est ainsi que j'ai déterminé sa composition.

» J'ai indiqué, dans une Communication précédente, que j'obtenais un sel cristallisé qui colore en rose l'acide sulfurique, en traitant le sulfate jaune par le sulfate de protoxyde de manganèse; ce sel présente la composition suivante :

	Trouvé.		Théorie.
Mn	16,3	17,0	17,2
O	7,3	8,0	7,5
SO^3	49,2	50,1	50,0
HO	23,2	24,9	25,3

» Ces nombres conduisent à la formule

$$4SO^3, MnO^2, MnO, 9HO.$$

» Les éléments de ce sel peuvent être groupés de différentes manières; mais, en considérant les propriétés de ce composé et son mode de formation, je pense que le mieux est de l'envisager comme un sulfate double de protoxyde et de peroxyde de manganèse; sa formule devient alors

$$(SO^3)^2, MnO^2, (SO^3)^2, MnO, 9HO.$$

» Ce sel se produit dans un grand nombre de circonstances, et principalement dans l'action de l'acide sulfurique sur le peroxyde de manganèse ou dans la décomposition du sulfate de peroxyde de manganèse par les

réducteurs : l'alcool ajouté avec précaution dans la dissolution sulfurique du sel jaune donne immédiatement le sel double avec sa couleur rose. Ce sulfate est décomposé par l'eau ; dans ce cas, l'hydrate de peroxyde de manganèse se précipite, et la liqueur retient en dissolution du sulfate acide de protoxyde de manganèse.

» Lorsque ce sel cristallise en présence du bisulfate de potasse, il se produit une série de corps cristallisés de couleur marron, que l'on peut considérer comme des sels qui correspondent au sulfate rose, mais dans lesquels le bisulfate de protoxyde de manganèse est remplacé d'une manière plus ou moins complète par le bisulfate de potasse.

» Ces derniers sels se forment, comme tous les corps précédents, dans la dissolution sulfurique de sel jaune qu'on laisse décomposer lentement à l'air humide : leur étude et leur analyse m'ont présenté des difficultés que tous les chimistes comprendront ; il s'agissait, en effet, de déterminer la composition de corps qui se déposent souvent simultanément dans une liqueur excessivement acide et qu'on ne peut purifier que par la porcelaine dégourdie, car l'eau les décompose.

» En résumé, les expériences que je viens de faire connaître établissent l'existence de sels ayant pour base le peroxyde de manganèse MnO^2 : elles prouvent également que le sel de manganèse, qui colore en rose l'acide sulfurique, ne contient pas un oxyde de manganèse particulier, comme je l'avais pensé d'abord, mais qu'il résulte de la combinaison d'un sel de protoxyde de manganèse avec un sel de peroxyde MnO^2.

» Dans ce sel rose, le protoxyde de manganèse MnO et le peroxyde MnO^2 se trouvant combinés avec l'acide sulfurique, à équivalents égaux, on pouvait penser que la base du sel était le sesquioxyde de manganèse Mn^2O^3.

» Je n'ai pas adopté cette manière de voir, parce que le sel rose décomposé par un alcali donne un précipité qui cède à l'ammoniaque une quantité considérable de protoxyde de manganèse en laissant un résidu de peroxyde, tandis que le sesquioxyde de manganèse n'éprouve pas ce dédoublement : en un mot l'oxyde retiré du sel rose se comporte comme un mélange de peroxyde et de protoxyde de manganèse et non comme un oxyde spécial.

» En présence de ces faits, que deviennent les sels de sesquioxyde de manganèse? J'aborderai cette question dans un autre travail.

» Je dirai, en terminant, que le peroxyde de manganèse n'est pas le seul oxyde de la forme MO^2 qui ait la propriété de s'unir aux acides pour

former des sels : j'étudie, depuis quelque temps, plusieurs combinaisons définies de l'acide stannique SnO^2 avec les acides sulfurique, azotique, chlorhydrique, etc., qui sont aussi de véritables sels et qui présentent une certaine analogie avec ceux que produit le peroxyde de manganèse.

» Le nombre des oxydes *acido-basiques* est donc plus considérable qu'on ne le pensait autrefois. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Observations relatives à un Squale pèlerin récemment pêché à Concarneau;* par MM. **P. Gervais** et **H. Gervais.**

« Le 27 avril dernier, M. Guillou, maître-pilote à Concarneau (Finistère) et directeur du grand vivier-aquarium installé dans cette localité sur les indications de M. Coste, voulut bien nous donner avis qu'un Squale, long de $3^m,65$ et pesant 250 kilogrammes, appartenant à une espèce inconnue aux pêcheurs de ce point du littoral, venait d'être pris le même jour et qu'il le mettait à notre disposition. Il avait, disait-il, les branchies garnies de « crin », ce qui nous porta à supposer que ce devait être le Pèlerin (*Squalus maximus* des ichthyologistes), qui appartient aux régions arctiques et ne se montre qu'accidentellement sur nos côtes. Nous priâmes M. Guillou de nous expédier les parties les plus caractéristiques de l'animal, plus spécialement la tête et l'appareil respiratoire, et nous pûmes ainsi nous assurer qu'il s'agissait bien en effet de la gigantesque espèce dont Blainville (1) a décrit un exemplaire long de 10 mètres, capturé avec deux autres en novembre 1810, auprès de Dieppe, dans les filets qui servent à pêcher le hareng, exemplaire dont M. Chevreul (2) a analysé de son côté le squelette entièrement cartilagineux, ainsi que le liquide intervertébral. Quelques autres Squales semblables à celui-là sont venus à la connaissance des naturalistes européens et plusieurs Notices ont été publiées à leur égard dans différents pays; en outre, Lesueur et, plus récemment, M. Foulis en ont signalé des captures analogues opérées aux États-Unis, d'abord dans le Nouveau-Jersey, en 1822, et en Pensylvanie, en 1852.

» L'animal se distingue par des particularités très-caractéristiques : il a la gueule très-grande, mais le reste de sa tête est relativement assez petit. Ses yeux sont placés à l'aplomb de la ligne qui descend vers le menton; ses évents ne forment qu'une faible ouverture comparable au trou auditif

(1) *Annales du Muséum d'Histoire naturelle*, t. XVIII, p. 88, Pl. VI.

(2) *Ibid.*, p. 136 et 154.

des Phoques, et son museau se prolonge antérieurement en une partie rétrécie et saillante, qui ressemble à la base d'une trompe garnie de nombreux pores muqueux et se termine par une courte saillie conique aplatie inférieurement; c'est cette disposition que Lesueur a voulu rappeler lorsqu'il a décrit les sujets examinés par lui sous le nom de *Squalus elephas* (1).

» Les dents sont petites, aussi bien à la mâchoire supérieure qu'à l'inférieure, nombreuses, disposées sur plusieurs rangées et irrégulièrement coniques. De Blainville, faisant allusion à la grande taille du Pèlerin et en même temps à la petitesse ainsi qu'à la forme de ses dents, le définissait un animal « *corpore immenso; dentibus minutis, conicis, non serratis* ». C'est lui qui a, le premier, proposé d'en faire le type d'un genre à part qu'il a appelé *Cetorhinus;* Cuvier a substitué, depuis lors, à cette dénomination, celle de *Selache,* transformée en *Selachus* par des auteurs plus récents, et M. Couch a fait reposer son genre *Polyprosopus* sur des individus capturés près des côtes anglaises, qui paraissent ne pas devoir en être distingués.

» Gunner, évêque de Drontheim, paraît être un des premiers naturalistes qui ait parlé du Pèlerin (2); il le considère, comme la Baleine, de la classe des Poissons, et lui attribue un mode d'alimentation analogue à celui de ce gigantesque Cétacé, dont la nourriture, comme on le sait, se compose essentiellement de très-petits animaux, qu'il retient dans sa cavité buccale au moyen des fanons attachés à sa mâchoire supérieure, fanons dont les herses branchiales du Squale baléniforme feraient l'office, bien qu'elles aient une tout autre origine anatomique et que leurs connexions soient également différentes.

» Nous avons revu, sur le Pèlerin que nous devons à l'obligeance de M. Guillou, non-seulement les détails signalés par Gunner, mais aussi une partie de ceux dont il est question dans les Mémoires de Blainville, ou des anatomistes qui se sont occupés du même sujet, Everard Home, Vrolik, Pavesi, etc.

» La peau est soutenue par de fins tubercules placoïdiens qui lui donnent la dureté d'une râpe. Les fentes branchiales sont très-grandes ; elles vont, pour ainsi dire, de la ligne médio-dorsale à la ligne médio-inférieure du corps et les expansions cutanées qui les recouvrent constituent de longs feuillets flottants assez comparables à un collet formé de plusieurs doubles, comme il s'en voit au vêtement usité chez divers ordres religieux ou sur

(1) *Journal Acad. nat. Sc. Philadelphiæ*, t. II, p. 343, avec planches, 1822.

(2) *Trondj. Selsk. Skrift.*, t. III, p. 33, *Pl. II*, et t. IV, p. 14, *Pl. III;* 1765.

le carrick habituel aux gens de certaines professions. Le nombre de ces feuillets est de cinq paires, une pour chacune des paires d'orifices branchiaux ; les branchies, d'ailleurs fixes, comme chez tous les poissons du même ordre, s'étendent à peu de distance du bord libre de ces feuillets, qui ont sans doute suggéré le nom donné au poisson Pèlerin par les pêcheurs.

» Le squelette, entièrement cartilagineux, de ce Squale, n'acquiert même pas la consistance qu'on lui connaît dans presque tous les autres Plagiostomes et la sérosité qui s'en échappe rend sa conservation difficile. On lui donne cependant une certaine dureté au moyen du silicate de potasse, mais sans réussir à conserver exactement la forme de ses diverses parties. Les vertèbres ne ressemblent pas sous ce rapport à celles de la plupart des autres Squales, et elles constituent une condition nouvelle de ces pièces à ajouter à celles dont J. Muller et Agassiz (1) et d'autres anatomistes ont donné la description. On y distingue cependant deux sortes de tissus cartilagineux, dont la distribution n'est pas sans intérêt au point de vue de la théorie générale des vertèbres.

» Une des particularités les plus caractéristiques du Pèlerin a échappé à de Blainville, ou du moins il n'en est pas question dans son travail imprimé ; nous voulons parler des prétendus *crins* garnissant les arcs branchiaux de ce gigantesque poisson et auxquels il doit surtout d'avoir été comparé aux Baleines, parce qu'on les a regardés comme ayant de l'analogie avec les fanons (2). Mais, outre qu'ils n'occupent pas la même place, ainsi que nous l'avons déjà fait remarquer, ils sont aussi de nature bien différente. Ce sont des filaments rigides, mais flexibles et élastiques, insérés sur les arcs branchiaux, le long desquels ils forment des sortes de herses, servant à tamiser l'eau avant qu'elle arrive aux Branchies, et cela dans le but de retenir dans l'immense cavité buccale de ces poissons les petits animaux pélagiens dont ils font principalement leur nourriture. La structure n'en est aucunement comparable à celle des fanons, et, au lieu d'appartenir à la série des tissus épidermoïdes, ils sont de nature osseuse. En réalité, on ne peut les comparer qu'à des dents ou aux boucles

(1) Agassiz, *Poissons fossiles*, t. III, p. 360, Pl. I *b*.

(2) M. le capitaine de vaisseau Jouan nous a dernièrement communiqué, à propos du Pèlerin pris à Concarneau, que les baleiniers du Pacifique lui ont signalé l'existence dans cet océan de grands squales auxquels ils donnent le nom de *Bone Sharks* ou mieux *Whale bone Sharks,* ce qui signifie Squales à fanons.

dentiformes dont la peau des Plagiostomes est garnie. C'est ce qui ressort clairement de l'examen microscopique auquel nous les avons soumis ; la notion de leur composition chimique confirme à son tour cette interprétation. Ces prétendus fanons sont formés de phosphate de chaux associé à un peu de carbonate déposé comme élément de solidification dans les mailles d'une substance organisée et, bien qu'ils possèdent quelques grains pigmentaires, les canalicules caractéristiques de la dentine y sont très-faciles à constater. On peut en opérer la calcination, et l'acide chlorhydrique étendu les ramollit en détruisant leur substance calcaire. Les prétendus fanons du Pèlerin sont insérés dans la muqueuse des arcs branchiaux par une partie plus élargie, comprimée et recourbée en crosse, qui donne passage au bulbe s'étendant dans leur intérieur ; ils sont placés au-dessus des surfaces branchiales. Il en existe autant de séries plus une qu'il y a de branchies, et de même qu'il ne se trouve qu'une seule paire de branchies sur la première paire des arcs branchiaux, de même aussi il n'y a sur ce point qu'une seule rangée de dents piliformes pour chaque côté du corps. Les quatre arcs branchiaux intermédiaires, qui ont une branchie sur chacune de leurs deux faces, portent au contraire un double rang de herses, l'un au-dessus de la branchie appliquée sur leur face antérieure, l'autre au-dessus de la branchie appliquée sur leur face postérieure ; il existe des dents piliformes, mais point de branchies sur le sixième arc hyoïdien, arc contre lequel s'applique dans ses mouvements la dernière lame cutanée des ouïes. Les dents piliformes sont en grand nombre pour chacune des herses ; nous en avons compté 1345 environ à la herse antérieure de l'arc branchial intermédiaire et 1000 sur sa herse postérieure ; cela pour un seul côté du corps. Envisagées indépendamment des parties qui les avoisinent et abstraction faite de leur signification anatomique, elles sont comparables à la série des grandes barbes qui longent le rachis d'une plume, surtout si l'on suppose ces barbes dépourvues de leurs barbules et faiblement distantes les unes des autres à la manière des dents d'un peigne.

C'est à M. Steenstrup (1) que l'on doit d'avoir le premier reconnu que ces organes devaient être comparés de préférence à des dents et c'est en se fondant sur la description donnée par Gunner, il y a déjà plus d'un siècle, qu'il a assigné sa véritable provenance à une portion isolée de cet

(1) *Sur les appareils tamisants ou fanons branchiaux du Pèlerin.* (Académie de Copenhague, 1873).

appareil que possède le musée de Copenhague. M. Hannover (1) en avait reconnu antérieurement la structure, mais il pensait que c'était quelque chose de comparable aux boucles qui se voient à la surface du corps chez les Raies et les Squales, et il les considérait comme de longues épines dermiques provenant de quelqu'un de ces animaux.

La nature osseuse des dents piliformes des Squales pèlerins a permis à ces organes de se conserver par la fossilisation et M. Van Beneden (2) en a trouvé de très-semblables à ceux de l'espèce actuelle dans le crag d'Anvers. Nous avons pu, au moyen du fragment provenant de cette localité qu'il nous a remis, constater que la structure en est absolument la même que celle des dents piliformes qui viennent d'être décrites.

Les Squales de l'espèce du Pèlerin, jusqu'à ce jour peu nombreux, qu'on a eu l'occasion d'observer dans les parages de l'Europe tempérée, ont été pris sur les côtes de Hollande, d'Angleterre et de France. On dit que la même espèce s'est aussi montrée sur celles de Portugal, et elle a été signalée jusque dans la Méditerranée ainsi que dans l'Adriatique, mais toujours isolément ou en petit nombre et à de longs intervalles.

» L'exemplaire décrit par de Blainville est conservé au Muséum d'Histoire naturelle; celui qui nous a fourni l'occasion de cette Note a servi à faire quelques préparations qui manquaient à la galerie d'Anatomie comparée et que l'on y trouvera bientôt déposées; nous en mettons des figures sous les yeux de l'Académie. »

PHYSIQUE. — *Examen de l'action mécanique possible de la lumière. Étude du radioscope de M. Crookes.* Note de M. **A. Ledieu.**

« Pour bien faire comprendre ce qui va suivre, il importe de rappeler que, dans le mouvement total de tout corps, il y a lieu en général de distinguer le mouvement *d'ensemble*, le mouvement *vibratoire* de ses atomes et le mouvement *de changement de disposition intérieure*. Ces trois sortes de mouvements, dont la signification vulgaire saute aux yeux, ont été définies mathématiquement dans nos Communications antérieures sur la Thermodynamique (*voir* le 2e semestre 1873 des *Comptes rendus*).

» Depuis quelque temps déjà, l'éminent physicien anglais, M. Crookes, s'est occupé de réaliser des appareils destinés à mettre en évidence la soi-

(1) *Sur les appareils tamisants ou fanons branchiaux du Pèlerin.* (Académie de Copenhague, 1867.)

(2) *Hannoveria aurata,* Van Beneden. (Académie de Belgique, 1871.)

disant possibilité de produire du mouvement d'ensemble sous l'influence de la lumière. Les premiers essais de l'espèce passèrent presque inaperçus. Mais, tout récemment, l'ingénieux inventeur est arrivé à construire un instrument auquel il a donné le nom de *radioscope* ou *radiomètre*, dont le jeu est si *net* et si *franc*, que la curiosité du monde savant a été vivement piquée, et que le radioscope Crookes est devenu un appareil en vogue, surtout de l'autre côté du détroit.

» L'idée même du système n'est pas nouvelle. Fresnel tenta de faire produire à un faisceau lumineux du mouvement d'*ensemble*. Le Dr Récamier reprit après lui, vers 1850, des essais sur l'*actinisme* de la lumière. Toutes les expériences entreprises alors étaient trop grossières pour ne pas être soumises à l'objection capitale que le mouvement, du reste indécis et irrégulier, obtenu de la sorte, était dû à de simples phénomènes d'inégale dilatation de l'air et de la vapeur d'eau entourant l'objet expérimenté, même en très-petite quantité. Mais cette objection perd beaucoup de sa valeur si on l'applique au radioscope Crookes.

» Cet instrument se compose d'une ampoule en verre, grosse comme le poing, reposant sur un pied; au sein de l'ampoule, il existe un tourniquet en aluminium à axe vertical, et possédant quatre ailettes dont les plans prolongés passent par l'axe. Le pivot est monté de façon à faire jouir le tourniquet d'une mobilité parfaite. Enfin chacune des ailettes a une de ses faces enduite de noir de fumée, tandis que l'autre est conservée brillante. Les faces noires occupent, du reste, le même côté sur toutes les ailettes.

» On fait dans l'ampoule un vide aussi excellent que le comportent les moyens les plus énergiques dont on dispose aujourd'hui. Dès lors, le tourniquet, exposé à la lumière diffuse, se met à tourner lentement, mais sans hésitation et avec régularité, *dans le sens des faces polies aux faces noires*. La rotation s'accélère à mesure que la lumière devient plus vive; et soumis à l'action directe des rayons du soleil ou d'une bonne lampe, le tourniquet prend une grande rapidité.

» Si l'on encapuchonne l'appareil avec une enveloppe opaque, la rotation cesse; mais on peut la faire reprendre, toujours dans le même sens, en approchant un objet chaud et obscur de la surface extérieure de l'enveloppe.

» On est naturellement porté à faire cadrer la théorie de cet appareil avec le système des ondulations, dont l'existence est aujourd'hui hors de conteste. Dans cette voie, on doit d'abord écarter toute action se pro-

duisant suivant la direction même des rayons; car, selon les principes de Fresnel, les vibrations des atomes d'éther qui engendrent les sensations lumineuses sont exclusivement situées dans des plans normaux aux rayons de propagation, et si, à l'impossible, il existait des vibrations longitudinales concomitantes, celles-ci seraient d'une étendue complétement inappréciable par rapport à l'étendue des vibrations transversales. Il faut donc trouver une explication ne dépendant que de ces dernières vibrations. Voici celle que nous proposerions :

» 1° Les atomes d'éther doivent, dans lesdites vibrations transversales, venir choquer les palettes, chacun suivant une direction perpendiculaire au rayon qui lui est propre. Les choses se passeraient alors comme si les faces de chaque palette étaient, pour ainsi parler, *fouettées* par les parties de rayons lumineux qui viennent les effleurer. Pour la lumière *ordinaire*, les vibrations présentent, il est vrai, toutes sortes de formes, et possèdent des directions diverses dans les plans où elles s'exécutent. Ce n'est que par la *polarisation* que les vibrations deviennent toutes rectilignes, et de plus parallèles entre elles. Néanmoins rien ne s'oppose à admettre que, dans tous les cas, les palettes reçoivent, de la manière qui vient d'être indiquée, une impulsion capable de leur procurer du mouvement d'ensemble. Avec la lumière *ordinaire*, on n'aurait aucune donnée sur la direction de cette impulsion. Avec la lumière *polarisée*, l'impulsion serait probablement dirigée dans le sens même des vibrations rectilignes; son effet se trouverait dès lors maximum lorsque le plan de polarisation serait perpendiculaire à l'axe du tourniquet, et nul lorsque ce plan deviendrait parallèle audit axe. Avec l'une et l'autre lumière, les actions produites seraient proportionnelles à la surface de l'ailette fouettée; et, comparées aux diverses positions de cette ailette par tour, elles prendraient pour un faisceau de rayons lumineux parallèles entre eux leur plus grande valeur au moment où la direction des rayons se trouverait dans le plan de la face fouettée.

» 2° D'après notre théorie générale du choc insérée aux *Comptes rendus* du 29 juin 1874, dans toute collision il y a égalité, avant et après le choc, entre les forces vives *totales*, c'est-à-dire *d'ensemble* et *vibratoires*, des deux systèmes matériels en présence, pourvu que l'énergie potentielle de chaque système, d'une part, et le potentiel au contact d'autre part, reprennent respectivement à la fin du phénomène leur valeur du début. Or cette hypothèse semble convenir à l'espèce de collision que nous étudions. Dans cet ordre d'idées, les faces noires gagneraient, par suite du choc des atomes d'éther, plus de force vive totale que les faces polies, puisque les dernières

refléchissent davantage la lumière, et que, par suite, il y a un plus grand nombre d'atomes d'éther qui conservent leur force vive primitive. Dans tous les cas, le gain de force vive totale par les faces des deux espèces se répartirait entre le mouvement *vibratoire* et le mouvement *d'ensemble*. Cette répartition s'opérerait d'ailleurs dans la même proportion, ou à peu près, pour les deux faces; et au surplus la plus grande partie dudit gain serait dévolue au mouvement d'ensemble, eu égard au parallélisme des plans des vibrations lumineuses de l'éther. C'est au travail relatif à cette dernière répartition que correspondrait l'impulsion sus-mentionnée de la lumière, propre à déterminer la rotation du tourniquet; et comme, d'après ce qui précède, l'impulsion serait moindre pour les faces polies que pour les faces noires, cette rotation se produirait comme si les faces polies étaient attirées et les faces noires repoussées par les rayons lumineux.

» 3° Considérons maintenant que la chaleur rayonnante produit sur le tourniquet exactement les mêmes effets que la lumière, seulement avec une moindre intensité, et que, d'après les explications ci-dessus, les impulsions lumineuses proviendraient surtout de ce que les vibrations de l'éther ont leurs plans parallèles entre eux. Dès lors, les vibrations correspondant à la chaleur rayonnante obscure jouiraient de la même propriété que les vibrations lumineuses, en étant toutefois moins intenses, et peut-être orientées obliquement par rapport aux rayons de propagation.

» 4° Enfin le fait que les rayons lumineux produisent généralement peu de chaleur prouverait précisément que la force vive que viennent à céder les vibrations de l'éther qui engendrent la lumière tendrait à se convertir presque en entier en travail de mouvement d'*ensemble*.

» La théorie que nous venons d'exposer ne saurait, bien entendu, être acceptable qu'autant qu'il serait établi péremptoirement que le fonctionnement du radioscope est dû à l'action mécanique de la lumière. Nous devons même, dès à présent, aller au-devant d'une objection importante que cette théorie soulève, à savoir qu'elle ne semble pas cadrer avec le fait, bien établi aujourd'hui, de la non-influence sur la direction des rayons lumineux du mouvement des milieux traversés. Mais il faut songer qu'il s'agit alors de milieux *transparents*, tandis que nous avons affaire présentement à des corps *opaques*.

» Quoi qu'il en soit, une fois ma théorie établie, je me suis empressé de la soumettre au physicien le plus réputé de nos jours pour les travaux sur la lumière : j'ai nommé M. Fizeau. Ce savant académicien me proposa tout de suite de faire diverses expériences, notamment en polarisant un faisceau lumineux.

» J'indiquerai dans une prochaine Communication : 1° quelles furent ces expériences; 2° l'opinion que M. Fizeau me transmit à la suite des résultats obtenus jusqu'ici et qui ont été négatifs; 3° les raisons qui me paraissent nécessiter de nouvelles expériences, pour élucider davantage la question; 4° l'exposé de ces nouvelles expériences. »

MÉMOIRES LUS.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Le Caucase et ses eaux minérales.* Note de M. J. François.

« *Structure géologique du Caucase.* — L'axe de structure de la chaîne du Caucase, qui s'étend de l'Azof à la Caspienne, sous les eaux de laquelle elle s'allonge et se perd, est très-tourmenté, ainsi que cela résulte des études de MM. Murchison, Abich, etc., et de mes propres observations. La direction moyenne est O. 20° 30′ N.

» Les couches de la craie, du gault, du néocomien, du jurassique et du lias, qui composent la série des terrains néozoïques de la chaîne, émergent des formations tertiaires et quaternaires de la steppe et forment les premiers contre-forts. Ces couches encadrent les puissantes assises de l'étage dévonien qui, de la Caspienne au méridien d'Ekatherinodar, marquent l'ensemble des terrains paléozoïques du Caucase. Elles y sont représentées par des calcaires et des schistes souvent cristallins et profondément modifiés au voisinage des roches éruptives, qui s'y sont fait jour.

» Ces roches, outre les granites, la pegmatite, le gneiss, la syénite et la protogyne, comprennent des porphyres, mélaphyres, serpentines, diorites, amphiboles et trapps, ainsi que des trachytes, des basaltes et des laves. On les rencontre en massifs et dykes dans les terrains néozoïques, et dans les formations tertiaires de la steppe à de grandes distances de l'axe central.

» Cette circonstance est la cause première de dislocations profondes. C'est à elle que l'on doit rapporter l'existence des montagnes à sommets rectangulaires, dont les gigantesques abruptes présentent des perspectives étranges.

» Cette particularité est propre aux massifs montagneux taillés dans les terrains néozoïques, surtout dans les formations crayeuses, néocomiennes et oxfordiennes si développées au nord d'Elbrouz et Daghestan (1).

(1) Ces massifs, en damiers rectangulaires, sont d'un accès difficile; ils ont contribué à

» Je reviens à la structure du Caucase. Après le granite et les roches cristallines, le trachyte a joué un rôle de premier ordre dans les périodes géologiques de la partie centrale.

» C'est, en effet, au milieu d'accidents trachytiques que l'on trouve les massifs d'Elbrouz (5997 mètres) et du Kazbek (5480 mètres), qui ont déterminé dans la Kabarda et le Daghestan ces expansions latérales dirigées suivant des axes de fracture N.-N.-E et N.-S., qui ont commandé le relief de l'orographie de la steppe.

» *Genèse et répartition des eaux minérales.* — On ne peut arrêter son attention sur ces axes de fracture sans y voir les axes aquifères qui ont donné les sources minérales du Daghestan, de Groznaïa, Piatigorsk, Geleznovodsk, Essentuky, Karras, Koumagorsk, Kisslovodsk, et celles du groupe N.-N.-O. d'Ekatherinodar.

» Le gisement de ces sources se rapporte aux mêmes causes génésiques; il porte les traces de relations manifestes avec les époques géologiques du mont Viso, des Alpes principales et occidentales, des Pyrénées et du Ténare.

» Les sources du versant nord sont des sulfureuses sodiques, des hydrosulfurées acidules, des bicarbonatées ferrugineuses, des chlorosulfatées sodiques et magnésiennes acidules, avec ou sans brome et iode. Leur température varie de 10 à 62 degrés C.

» Quant au versant sud, outre les groupes exploités d'Abaz-Touman, de Borghom et de Tiflis, il renferme, dans l'Iméréthie, de nombreuses sources, notamment des sulfureuses, des ferrugineuses acidules et des chlorosulfatées sodiques et magnésiennes.

» Enfin, aux pointes est et ouest de la chaîne, on rencontre, dans le Bas-Kouban, et sur le littoral de Bakou, des naphtes et des boues. Les huiles minérales de Bakou seront un jour la matière d'un trafic avec l'Occident, quand on aura ouvert le railway de Bakou à Tiflis, et rectifié celui de Tiflis à Poti, et surtout quand on aura ouvert la saignée entre Azof et Caspienne, et fait ainsi la voie maritime entre l'Asie centrale et l'Occident.

» Dans la partie centrale de la chaîne, il y a peu de vallées, même secondaires, qui ne renferment pas des eaux minérales.

» Au point de vue génésique, ces sources sont liées de position aux massifs et dykes éruptifs qui en sont à la fois les congénères et les émissaires.

» L'action génésique la plus accentuée est celle de la période trachy-

---

rendre meurtrière et à prolonger la résistance des Tcherkess dans la lutte qu'ils ont soutenue contre les armées impériales.

tique, à laquelle se rapportent les émanations hydrominérales et salines.

» *Exposé historique. — État précaire des sources.* — Les Tcherkess ont fait un usage médical des eaux en bains, pris dans des trous rectangulaires creusés dans le travertin.

» Les premiers bains (Ermoloff-Kalmuky...) datent de 1811 à 1819. Les autres ont été successivement fondés de 1824 à 1855.

» En 1837, feu Nicolas I[er] prend part à la lutte, dote les groupes et choisit l'emplacement d'une station militaire.

» L'empereur régnant (1855) reprend l'œuvre de son père. Il comprend que la fréquentation des eux minérales du nord Caucase, stimulée par le railway, hâtera le peuplement de la steppe, et aidé de son frère, le grand-duc Michel, il décrète et ouvre (1869-1875) la voie ferrée qui relie le Caucase au réseau de l'Empire.

» On avait peu fait pour le captage des sources pendant la conquête. Leur état précaire fait craindre pour l'avenir des groupes. Le grand bain Alexandre-Nicolaieff n'a plus d'eau. Alexandre II veut porter remède à cet état; il me confie (1874) la mission d'en étudier les voies et moyens; ce que je fais (1874-1875) avec le concours de mon fils. Nous rédigeons (texte et plans) un compte rendu de mission; en outre, j'exécute des travaux propres à conserver les sources.

» *Travaux exécutés sur les sources pendant la mission; leurs résultats.* — Les travaux que j'ai exécutés, avec une rapidité insolite et même dangereuse en de tels ouvrages, sont :

» 1° Une galerie dans le travertin des sources Ermolovsky et Alexandrovsky. Leur débit journalier, qui était de 34 500 litres, s'est élevé, en 1875, à 1 062 720 litres.

» 2° Deux autres galeries ouvertes, dans les schistes miocènes métamorphiques des sources Mikailovsky et Tovievsky, en ont élevé le débit de 3930 à 230 180 litres.

» A Essentuki des tranchées et galeries souterraines ont élevé de 1520 à 10 600 litres le débit journalier des buvettes, n[os] 17 et 18. L'eau du n° 17 est déjà célèbre en Russie, où elle rivalise avec les eaux de Karlsbad, Kissingen, Marienbad. Ces ouvrages doivent être poursuivis, mais avec une très-grande prudence.

» A Geleznovodsk, trois galeries de niveau, des tranchées à gradins et plusieurs coups de sonde ont élevé le débit journalier de 377 470 à 904 280 litres.

» D'où résulte un accroissement total de 1 790 360 litres par 24 heures.

» *Résumé.* — Nos excursions dans les steppes de la Kouma nous ont conduit à la constatation, à Koumagorsk, de sulfureuses sodiques, rappelant celles des Pyrénées, et de chlorosulfatées sodiques et magnésiennes, à Karras, à Lissagorsk et à Kizkily. Ces sources sont remarquables par

leur composition, leur abondance et leur diversité, Koumagorsk, c'est Luchon dans la steppe sous-caucasique; Lissagorsk et Karras, c'est Pullna et Sedlitz.

» Ainsi, sur un espace restreint de 30 à 45 kilomètres d'écart, les quatre groupes du Nord-Caucase, y compris les groupes nouveaux désignés ci-dessus, présentent, dans leur ensemble, les analogies les plus remarquables avec les eaux magistrales de l'Europe occidentale (Vichy, Vals, Luchon, Spa, Schwalbach, Aix-la-Chapelle, Kissingen, Marienbaden, Pullna, etc.).

» De telles ressources, qui peuvent être notablement augmentées, mettent la Russie en mesure de réaliser, quand elle le voudra, le projet depuis longtemps médité et poursuivi par son gouvernement, de prendre un rang considérable dans l'exploitation hydrominérale. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Intensité de la pesanteur à l'île Saint-Paul.* Note de M. A. Cazin.

(Renvoi à la Commission du passage de Vénus.)

« On a fait osciller un même pendule à l'île Saint-Paul et à Paris, afin de déterminer le rapport des accélérations de la pesanteur en ces deux localités. Craignant quelque accident de voyage qui compromît l'invariabilité absolue du pendule, on lui avait donné une forme assez simple pour qu'il fût possible de calculer les moments de ses diverses parties et effectuer une réduction au même état, si cela était nécessaire. C'est grâce à cette précaution que les observations faites à l'île Saint-Paul ont pu être fructueuses. L'instrument subit pendant le retour une avarie qui nécessita sa réparation. On le rétablit autant que possible dans son état primitif, et l'on répéta à l'Observatoire du Bureau des Longitudes, institué à Montsouris, une série d'expériences semblables à celles de l'île Saint-Paul. Les résultats de ces expériences furent ensuite corrigés d'après le petit changement subi par le pendule, et la petitesse de la correction ôte toute incertitude sur les conclusions.

» Le pendule, construit dans les ateliers de M. Bréguet, se compose d'une tige de laiton, fixée au centre d'un prisme rectangulaire de même substance, lequel repose sur les tranchants de deux prismes triangulaires d'acier fixes servant d'axe. Une grosse boule de laiton est fixée au bas de la

tige; une autre petite est fixée au sommet, de sorte que le centre de gravité du système, séparé de la grosse boule, soit sensiblement sur l'axe de suspension. Cette disposition faciliterait la détermination de l'intensité absolue de la pesanteur, si l'on voulait y faire servir l'appareil. Il suffirait d'exécuter deux séries d'expériences, en plaçant la grosse boule à deux hauteurs différentes. La position qui a été adoptée donne une durée d'oscillation peu différente de la seconde.

» Pour compter les oscillations, on a eu recours à la méthode des coïncidences, en faisant usage des ressources instrumentales de la mission.

» Le pendule était installé dans une armoire vitrée, devant le balancier du chronographe électrique, qui inscrivait ses propres oscillations sur une bande de papier. Lorsqu'une coïncidence avait lieu, on marquait l'époque sur la bande de papier en pressant un bouton électrique. On connaissait ainsi le nombre des oscillations du pendule pendant un temps déterminé. Afin d'évaluer ce temps en secondes, on inscrivait électriquement une suite de *tops* sur la bande de papier à des époques lues sur une horloge réglée.

» Voici quels sont les résultats de dix séries, de deux heures environ chacune, effectuées à l'île Saint-Paul, et de dix autres semblables effectuées à Montsouris. Les durées d'oscillation sont réduites à la température zéro, à l'amplitude infiniment petite et au vide.

	Saint-Paul.	Montsouris.
I	0,997320	0,997065
II	20	66
III	33	66
IV	39	63
V	18	65
VI	18	65
VII	37	58
VIII	41	63
IX	50	69
X	36	69
Moyennes	0,997331	0,997065

» La réduction du pendule de Montsouris au pendule de Saint-Paul a donné 0,997039.

» Si l'on calcule la durée théorique pour l'île Saint-Paul, d'après les altitudes et les latitudes, on trouve 0,997477. Une discussion attentive de toutes les causes d'erreur possibles montre que l'excès de ce nombre sur le

nombre observé ne peut être attribué, au moins en totalité, à de pareilles causes. Il résulte de là que l'accélération observée surpasse l'accélération théorique, et que le massif de l'île produit une attraction notable.

» Si l'on admet les nombres cités, on trouve que l'accélération apparente de la pesanteur à l'île Saint-Paul surpasse l'accélération théorique de $\frac{1}{5000}$ de sa valeur. Cette évaluation n'est sans doute pas rigoureusement exacte à cause du nombre assez grand de données qui entrent dans le calcul, et dont quelques-unes présentent de l'incertitude; mais le fait principal paraît hors de doute.

» Peut-il résulter d'une telle attraction une déviation de la verticale capable d'influer sur les observations astronomiques? Les données topographiques rapportées de l'expédition par MM. Mouchez et Turquet peuvent fournir une solution à cette question. L'accélération observée, l'accélération théorique et l'accélération locale forment un triangle, dont les présentes recherches font connaître approximativement les deux premiers côtés. Si l'on calcule la grandeur et la direction du troisième, d'après la forme et la densité de l'île, on aura quatre données du triangle, dont l'une servira de vérification. »

PHYSIQUE. — *Sur le radiomètre de M. Crookes*. Mémoire de M. **W. de Fonvielle**. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Physique.)

« Les expériences que nous avons exécutées, M. Darlu de Roissy et moi, dans le cabinet de photométrie de l'usine à gaz de la Villette, nous paraissent confirmer les opinions émises par M. Crookes.

» Le procédé qui nous a permis de changer à volonté le mouvement direct *dextrorsum* en mouvement inverse *sinistrorsum* nous paraît s'accorder avec les raisonnements développés par le célèbre chimiste devant la Société royale de Londres.

» En présentant aux fours à gaz de la Compagnie parisienne un radiomètre sorti des ateliers de M. Gaiffe, nous avons obtenu la rotation normale sous l'action de la chaleur rayonnante; mais, après avoir laissé le radiomètre exposé pendant cinq minutes à une température de 45 degrés C., nous l'avons rapidement plongé dans un bain rempli d'eau à 15 degrés.

» La rotation *dextrorsum* s'éteint, le tourniquet s'arrête pendant un temps presque inappréciable, puis il prend la rotation *sinistrorsum* avec une vitesse rapidement croissante qui atteint environ *un tour et demi* par se-

conde. Ce mouvement inverse s'éteint presque aussi rapidement qu'il a pris naissance. Au bout d'une demi-minute, le mouvement *dextrorsum* reprend sous l'action des rayons solaires qui viennent frapper les faces absorbantes du radiomètre au milieu de la masse liquide et sans échauffement possible par effet de conduction.

» Cette expérience est très-facile à reproduire, elle réussit même quelquefois dans l'air quand le ciel est assez sombre, pour que l'action de la lumière extérieure ne vienne pas la contrarier. Mais la vitesse *sinistrorsum* produite par un rayonnement intérieur moindre est nécessairement moins active.

» L'explication est simple : la chaleur et la lumière rayonnante qui frappent les faces noires absorbantes et qui ne sont point dépensées s'y accumulent sous forme de chaleur obscure. C'est cette chaleur emmagasinée qui produit en s'écoulant le mouvement inverse.

» En effet, dès que le radiomètre est plongé dans un milieu froid, cette chaleur obscure donne lieu à un rayonnement intérieur, dont l'effet est évidemment de produire une rotation inverse de celle qui résulte du rayonnement extérieur. Le radiomètre de Crookes se comporte donc comme une machine thermique parfaite; car on sait que le caractère essentiel de tout organe de transformation de chaleur en mouvement est d'être réversible. Ici l'axe de rotation rend la transformation possible dans un milieu privé d'air.

» On comprend également, à la suite de cette expérience d'inversion, que la présence d'une certaine quantité d'air dans l'ampoule du radiomètre fasse obstacle à la rotation normale, non-seulement à cause des frottements qu'engendre le fluide élastique, mais encore parce que les molécules transmettent par conduction de la chaleur qui, étant communiquée dans cette forme, ne peut prendre l'état rayonnant sous lequel la chaleur agit comme la lumière.

» Nous avons enduit de bitume un hémisphère du radiomètre. Le nombre de tours obtenus en le présentant à une source a été très-faible quand l'hémisphère diaphane était disposé de manière à n'éclairer que les faces réfléchissantes du tourniquet. Il était presque aussi grand quand on le disposait de manière à n'éclairer que les faces noircies. En faisant la somme des deux nombres de tours, on obtenait précisément le même chiffre qu'en présentant à la même source lumineuse la boule rendue complétement diaphane. Cette nouvelle expérience complète la première. Elle montre que les faces noircies sont les seules qui soient directement actives.

Si les faces réfléchissantes paraissent exercer une faible action, c'est parce que, renvoyant la lumière qui les frappe, elles contribuent indirectement à l'éclairement des faces absorbantes noircies. »

« M. **Fizeau**, à l'occasion de cette Communication, fait remarquer que les conclusions de l'auteur, en faveur de l'existence d'une force impulsive dans les rayons de lumière, lui paraissent réclamer les réserves les plus formelles. L'ingénieux instrument de M. Crookes paraît être en réalité un appareil thermique, dans lequel le mouvement de rotation, avec toutes ses circonstances, peut être simplement attribué : 1° à un léger excès de température acquis par les ailettes sur le milieu ambiant, sous l'influence de la lumière; 2° à l'inégalité des pouvoirs émissifs et absorbants des deux surfaces opposées de chaque ailette (l'une noircie, l'autre polie); 3° à la présence, inévitable dans l'appareil, d'une petite quantité de fluide élastique (gaz ou vapeur d'eau), dont les couches voisines de la surface noircie peuvent acquérir de petits excès de force élastique, suffisants pour chasser devant elles les ailettes dont la mobilité est extrême. Certains mouvements inverses, produits passagèrement par le froid, seraient des conséquences analogues des mêmes causes.

» De plus, M. Fizeau, suivant le désir de plusieurs Membres de l'Académie, a fait, en leur présence, à la fin de la séance, quelques essais avec l'instrument même qui avait été déposé sur le bureau; il a pu constater ainsi que si l'on fait tomber sur l'instrument un faisceau de rayons solaires limité par un écran, en sorte que les rayons frappent seulement les surfaces polies des ailettes, le mouvement de rotation se produit encore, mais dans un sens tel que chaque ailette marche à la rencontre des rayons solaires, au lieu de fuir devant eux, comme cela devrait avoir lieu, si le mouvement était la conséquence d'une force impulsive de la lumière. Des expériences antérieures ont montré, d'ailleurs, que ce résultat est indépendant des réflexions accidentelles qui peuvent se produire à l'intérieur de l'instrument. »

VITICULTURE. — *Sur les Phylloxeras des feuilles de la vigne française.* Lettre de M. **Delachanal** à M. Dumas.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Le séjour que je viens de faire dans la Gironde, pour y effectuer les expériences dont vous m'aviez chargé, me fournissent l'occasion de présen-

ter à l'Académie quelques feuilles de vignes françaises, couvertes de Phylloxeras recueillis à Fargues, près de Bordeaux.

» La vigne dans laquelle nous les avons trouvées, de 2000 mètres de superficie, en a présenté 30 environ; elle est jeune et d'une bonne apparence, tandis que toutes les vignes voisines où nous n'en avons rencontré que fort peu sont déjà fortement attaquées.

» Une visite attentive de plusieurs vignobles bordelais nous a montré que ces galles se rencontrent presque partout en nombre plus ou moins grand, mais presque jamais sur des ceps trop malades, à cause probablement de l'état particulier des feuilles. Beaucoup de ces galles sont vides de leur insecte; d'autres, au contraire, en contiennent de fort gros qui, quelquefois même, ont déjà pondu. La quantité des œufs fournis par chaque insecte n'a pas encore pu être déterminée avec certitude. M. Boiteau de Villegouze en a trouvé 16, moi-même j'en ai vu 31, et l'insecte n'avait pas cessé de pondre. Enfin quelques observateurs pensent que le nombre de ces œufs peut s'élever à 100 et même au delà.

» Aucun des œufs n'a encore fourni d'insecte : c'est ce qui semble résulter du moins des observations très-sérieuses et très-attentives de divers observateurs, et il reste à savoir quelle sera la destinée des petits êtres qui naîtront en grand nombre dans un temps prochain. »

MM. **Dosse**, **Gibert**, **J. Hirschfeld** adressent des Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. **C. de Marsilly** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire manuscrit sur les lois de la matière.

L'auteur a donné le résumé suivant des divisions du Chapitre Ier :

« 1. *Cause des phénomènes matériels.* — J'y établis l'impossibilité d'expliquer les phénomènes par le seul jeu des chocs successifs; par conséquent, il faut admettre les attractions, et il est naturel de se demander si les attractions ne peuvent pas tout expliquer : c'est le problème que je me propose.

» 2. *Etude générale des forces attractives et répulsives.* — J'étudie les orbites décrites par un corps attiré vers un centre fixe par une force réciproquement proportionnelle à la puissance n de la distance. Dès que $n = 4$ ou > 4, ces orbites passent par le centre. Donc il y aura choc à moins

que l'action moléculaire ne soit composée de plusieurs termes. J'arrive à conclure, après plusieurs essais, que le terme répulsif doit avoir un exposant plus élevé que les termes attractifs. Les orbites alors ne passent jamais par le centre.

» 3. *Méthode de calcul dans les milieux purs et homogènes.* — Je commence par exposer les méthodes de Cauchy et de Poisson et j'en signale les côtés défectueux; j'en propose une autre qui me conduit à un système d'approximations successives dont la première consiste à supposer les molécules distribuées régulièrement, suivant des lois déjà étudiées par Bravais. Elle permet de sommer les actions au moyen des séries d'Euler.

» 4. *Méthode de calcul dans les milieux mélangés et homogènes.* — J'expose ce que deviennent les méthodes précédentes appliquées à des milieux mélangés et homogènes.

» 5. *De la nature des actions moléculaires.* — J'arrive, au moyen des méthodes précédentes, à expliquer et calculer la densité et les forces élastiques. La valeur des forces élastiques montre que les exposants n des termes attractifs et p des termes répulsifs doivent être tous > 4, et que les actions correspondantes doivent être d'ordre h^{n-4} à l'unité de distance, h étant une distance moléculaire. Avec ces lois, la force élastique est proportionnelle à la densité et à une fonction que des calculs ultérieurs montrent être un coefficient thermique. Toutefois, dans les corps purs, le coefficient ne remplit pas toutes les conditions qui lui sont assignées par l'expérience; mais, si l'on considère des corps imprégnés d'éther non pesant, les difficultés signalées peuvent disparaître. Je calcule, pour les corps purs, les forces élastiques sur divers plans passant par un même point, et je trouve qu'elles sont généralement de directions et d'intensités différentes; mais, dans le cas particulier de l'assemblage à noyau cubique, elles sont toutes égales et perpendiculaires au plan. Il y a donc une disposition particulière des molécules pour lesquelles la loi de Pascal est exacte. »

(Commissaires : MM. de Saint-Venant, Phillips, Puiseux.)

MM. Chanoit et Midoz adressent, par l'entremise de M. Resal, une Notice sur un filtre à air comprimé. (Extrait par les auteurs.)

« Nous nous sommes proposé de profiter de la pression qui règne dans les conduites de distribution pour débarrasser l'eau des matières nuisibles à la santé et pour la charger d'air; notre appareil, placé dans

une cave, permet d'obtenir pendant les grandes chaleurs de l'eau à une température convenable pour l'alimentation.

» Le réservoir à filtre dont il s'agit se compose d'une capacité cylindrique en tôle, terminée à la partie supérieure par un fond méplat et à sa partie inférieure par une calotte sphérique en fonte. Un robinet purgeur est adapté au sommet de la calotte sphérique. Le tuyau alimentaire, dont le diamètre peut, dans certains cas, descendre jusqu'à 1 millimètre, aboutit vers la naissance de la calotte. Une plaque en tôle, percée de trous, est maintenue par l'ajustage de cette calotte avec le corps cylindrique. Une autre plaque en tôle, semblable à la précédente, se trouve à un niveau plus élevé. Les deux plaques déterminent une chambre dans laquelle on introduit comme matière filtrante du laitier de hauts-fourneaux étonné et broyé. Le sommet du corps cylindrique forme le réservoir d'air. En contre-bas se trouve le point de départ du robinet de prise d'eau.

» L'eau traverse de bas en haut la masse filtrante. La pression dans les réservoirs que nous avons disposés à Villeneuve-Saint-Georges varie de 6 à 9 atmosphères; l'eau se charge d'une quantité d'air considérable, et à sa sortie du réservoir elle prend un aspect laiteux. Le dégagement de l'air en dissolution s'effectue en quelques minutes, après quoi l'eau devient complétement incolore. »

(Commissaires : MM. Bouley, Hervé Mangon, Tresca et Resal.)

M. E. François soumet au jugement de l'Académie un Mémoire relatif à un nouveau système d'hélice propulsive.

(Commissaires : MM. Dupuy de Lôme, Resal.)

M. L. Martres adresse une Note relative à la transmission électrique sans fils, à propos d'une Communication récente de M. Bourbouze sur le même sujet.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Ch. Pigeon adresse une Note sur l'électricité accumulée dans l'économie animale.

Cette Communication sera soumise à l'examen de M. Becquerel.

L'Académie reçoit, pour les différents Concours dont le terme est fixé au 1er juin, outre les Ouvrages imprimés, mentionnés au Bulletin bibliographique, les pièces suivantes :

Grand prix des Sciences mathématiques (Théorie des solutions singulières des équations aux dérivées partielles du premier ordre).

Anonyme : Mémoire portant pour épigraphe : « *Et sic de cœteris* ».

Prix Bordin (Température à la surface du Soleil).

M. J. **Violle** : Un Mémoire manuscrit accompagné de plusieurs pièces imprimées.

Concours Montyon (Médecine et Chirurgie).

M. **Badal** : « Sur l'optomètre, le périmètre portatif et le schémographe, instruments d'optique physiologique, et sur leurs applications pratiques à l'oculistique ». — Deux Mémoires manuscrits.

M. F. **Courmont** : « Des opérations applicables au bec-de-lièvre compliqué ». — Mémoire accompagné d'une analyse manuscrite.

M. E. **Decaisne** : « La liqueur de la Grande-Chartreuse et l'eau de mélisse des Carmes au point de vue de l'alcoolisme ». — Mémoire manuscrit.

M. **Déclat** : « Méthode nouvelle pour le traitement et la guérison du charbon et de la pustule maligne ». — Notes et pièces diverses.

M. **Favre** : « Recherches cliniques sur la dyschromatopsie ». — Mémoire manuscrit.

M. F. **Franck** : « Recherches sur les variations de la circulation périphérique, étudiées à l'aide des changements du volume des organes ». — Mémoire manuscrit.

MM. L. **Labbé** et P. **Coyne** : « Traité des tumeurs bénignes du sein, accompagné d'une analyse manuscrite ».

M. A. **Pellarin** : « Des fièvres bilieuses des pays chauds en général et de la fièvre bilieuse hématurique en particulier ». — Mémoire accompagné d'une analyse manuscrite.

M. F. **Roubaud** : « Traité de l'impuissance et de la stérilité chez l'homme et chez la femme », accompagné d'une analyse manuscrite.

Concours Montyon (Statistique).

M. G. **Delaunay** : « Étude sur l'état civil de la commune de Creil (Oise) ». — Mémoire manuscrit.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Un « Traité d'électricité statique » en deux volumes; par M. *E. Mascart*.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la transformation des fonctions elliptiques.* Note de M. **Laguerre**.

« 1. Jacobi a donné (*Crelle*, t. 4) un système d'équations différentielles du second ordre auquel satisfont le numérateur et le dénominateur de la fraction qui se présente dans la transformation des fonctions elliptiques; Eisenstein a depuis étudié cette question dans un beau Mémoire (*Crelle*, t. 30 et 32, et *Œuvres mathématiques*, p. 159).

» On peut présenter de la façon suivante la proposition de Jacobi :

» En désignant par y une quantité égale à l'unité et introduite pour l'homogénéité des formules, soient $u(x, y)$ et $f(x, y)$ deux polynômes du quatrième degré homogènes en x et y, et $z = \frac{X}{Y}$ une intégrale rationnelle de l'équation

$$\frac{dz}{\sqrt{u(z, 1)}} = \frac{dx}{\sqrt{f(x, y)}},$$

X et Y étant deux polynômes homogènes en x et y et du degré m. Posons, pour abréger,

$$U = u(X, Y) \quad \text{et} \quad X_1 = \alpha \frac{dX}{dx} + \beta \frac{dY}{dy}, \quad X_2 = \alpha^2 \frac{d^2X}{dX^2} + 2\alpha\beta \frac{d^2X}{dx\,dy} + \beta^2 \frac{d^2X}{dy^2};$$

Y_1, Y_2 et f_1 étant définis d'une façon analogue.

» Cela posé, on a l'identité suivante, qui a lieu quelles que soient les quantités α, β, ξ et η :

$$(1)\left\{\begin{aligned} &\frac{1}{12}(\alpha y - \beta x)^2 \left(\xi^2 \frac{d^2U}{dX^2} + 2\xi\eta \frac{d^2U}{dX\,dY} + \eta^2 \frac{d^2U}{dY^2}\right) \\ &\quad = \Phi(\xi Y - \eta X)^2 + f(\xi Y_1 - \eta X_1)^2 - f(\xi Y - \eta X)(\xi Y_2 - \eta X_2) \\ &\qquad - \tfrac{1}{2} f_1 (\xi Y \eta X)(\xi Y_1 - \eta X_1), \end{aligned}\right.$$

identité où, k désignant une constante, Φ a pour valeur l'expression

$$\frac{m}{12}\left(\alpha^2 \frac{d^2f}{dx^2} + 2\alpha\beta \frac{d^2f}{dx\,dy} + \beta^2 \frac{d^2f}{dy^2}\right) + k(\alpha y - \beta x)^2.$$

» 2. On peut poser de la façon suivante le problème de la transformation :

» Trouver une intégrale rationnelle $z = \frac{X}{Y}$ de l'équation

$$\frac{dz}{\sqrt{u(z,1)}} = \frac{dx}{\sqrt{\lambda u + \mu h}},$$

λ et μ désignant des constantes convenablement déterminées et h le hessien de u; c'est sous cette forme que M. Hermite a depuis longtemps résolu ce problème dans le cas de $m = 3$.

» On voit facilement que, si le degré m de la transformation est de la forme $4n + 1$, X et Y sont déterminés par les formules suivantes :

$$X = -\frac{dJ}{dy}\Theta + x\Pi, \quad Y = \frac{dJ}{dx}\Theta + y\Pi,$$

où, J désignant le covariant du sixième degré de u, Θ et Π sont des fonctions homogènes de u et de h et respectivement du degré $(n-1)$ et du degré n.

» Semblablement, si m est de la forme $4n - 1$, X et Y sont déterminés par les formules

$$X = -\frac{d\Theta}{dx} + xJ\Pi, \quad Y = \frac{d\Theta}{dy} + yJ\Pi,$$

où Θ et Π sont des fonctions homogènes de u et de h et respectivement du degré n et du degré $n - 2$.

» Le problème de la transformation est donc ramené à la détermination des polynômes Θ et Π.

» 3. A cet effet, portons les valeurs précédentes de X et de Y dans l'identité (1), en posant $f = \lambda u + \mu h$, puis

$$\xi = \rho\frac{du}{dy} + \theta\frac{dh}{dy},$$

$$\eta = -\rho\frac{du}{dx} - \theta\frac{dh}{dx},$$

$$\alpha = \rho'\frac{du}{dy} + \theta'\frac{dh}{dy}$$

et

$$\beta = \rho'\frac{du}{dx} - \theta'\frac{dh}{dx};$$

les deux membres se transforment en deux polynômes en ρ, θ, ρ' et θ' qui doivent être identiques et dont les coefficients ne renferment que u, h,

ainsi que les fonctions inconnues Θ et Π avec leurs dérivées partielles par rapport à u et h. En égalant les coefficients des mêmes puissances des indéterminées, on obtiendra trois équations différentielles analogues à celles de Jacobi et permettant de déterminer Θ, Π, ainsi que les constantes λ, μ et k.

» En posant

$$u = z, \quad h = 1, \quad \Theta(u, 1) = \Theta(z) \quad \text{et} \quad \Pi(u, 1) = \Pi(z),$$

on en déduira facilement des équations différentielles ne renfermant que z, $\Theta(z)$, $\Pi(z)$, leurs dérivées par rapport à z et les invariants de la forme u.

» Dans une prochaine Communication, si l'Académie veut bien me le permettre, je lui soumettrai les formules auxquelles on arrive par la méthode que je viens d'indiquer. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le développement en séries des fonctions* $\mathrm{A}l(x)$. Note du **P. Joubert**, présentée par M. Hermite.

« Les transcendantes elliptiques peuvent être représentées par des quotients de quatre fonctions $\mathrm{A}l(x)$ prises deux à deux, dont l'introduction dans la science est due à M. Weierstrass. Ces expressions sont développables en séries rationnelles et entières par rapport à l'argument x et au module k^2, convergentes, quelles que soient les valeurs réelles ou imaginaires de ces deux quantités. La première, $\mathrm{A}l(x)$, peut être rattachée immédiatement à $\sin \mathrm{am}\, x$, en posant

$$(1) \qquad \mathrm{A}l(x) = e^{-\int_0^x dx \int_0^x k^2 \sin \mathrm{am}\, x\, dx},$$

et les trois autres sont définies par les équations

$$\sin \mathrm{am}\, x = \frac{\mathrm{A}l(x)_1}{\mathrm{A}l(x)}, \quad \cos \mathrm{am}\, x = \frac{\mathrm{A}l(x)_2}{\mathrm{A}l(x)}, \quad \Delta \mathrm{am}\, x = \frac{\mathrm{A}l(x)_3}{\mathrm{A}l(x)}.$$

» Elles satisfont à des équations linéaires aux différences partielles découvertes par M. Weierstrass, dont la première est la suivante :

$$(2) \qquad \frac{\partial^2 \mathrm{A}l(x)}{\partial x^2} + 2k^2 x \frac{\partial \mathrm{A}l(x)}{\partial x} + 2k(1 - k^2)\frac{\partial \mathrm{A}l(x)}{\partial k} + k^2 x^2 \mathrm{A}l(x) = 0.$$

» Ces relations importantes permettent d'effectuer facilement les développements en séries. Ordonnés suivant les puissances de x, les coefficients sont des polynômes en k^2; mais on peut aussi les ordonner suivant les

puissances de k^2, et alors les coefficients sont des séries entières en x, qui, ainsi que M. Weierstrass l'a observé (*), peuvent être sommées. C'est à ce dernier mode que se rapporte la remarque que nous nous proposons d'ajouter, et *que rien*, ce semble, ne pouvait faire prévoir. En nous bornant, pour abréger, à la fonction $Al(x)$, nous l'énoncerons de la manière suivante : Dans le développement de $Al(x)$ ordonné suivant les puissances de k^2, le coefficient de k^{2m} est une somme de termes de la forme

$$f(x)\cos 2px + \varphi(x)\sin 2px,$$

dans lesquels $f(x)$ et $\varphi(x)$ sont des polynômes entiers en x, et p un nombre entier dont le carré ne peut jamais être supérieur à m.

» Pour le faire voir, nous chercherons d'abord sous quelles formes se présentent les développements de $\sin \operatorname{am} x$ et de son carré ordonnés suivant les puissances de k^2. En posant

$$y = \sin \operatorname{am} x,$$

on a l'équation différentielle du second ordre,

$$y'' + y = k^2(-y + 2y^3).$$

» Faisons

$$y = \sin x + k^2 S_1 \quad + k^4 S_2 + \ldots,$$
$$y^3 = \sin^3 x + k^2 S^2 S_1^{(3)} + k^4 S_1^{(3)} + \ldots;$$

il est clair que $S_p^{(3)}$ ne dépend que de

$$S_1,\ S_2,\ldots,\ S_p;$$

et, en remplaçant y, y^2, y^3 par leurs valeurs, puis égalant les coefficients de k^{2m}, il vient

$$S''_m + S_m = - S_{m-1} + 2S_{m-1}^{(3)}.$$

» Cette équation, en y joignant les conditions $S_m = 0$, $S'_m = 0$ pour $x = 0$, détermine S_m, si $S_1, S_3,\ldots, S_{m-1}$ sont déjà connus. Convenons, une fois pour toutes, de représenter par $f(x)$, $\varphi(x)$ des polynômes entiers en x ; il est facile de conclure de ce qui précède que S_m est une somme de termes de la forme $f(x)\cos(2p+1)x + \varphi(x)\sin(2p+1)x$, p étant égal à l'un des nombres $0, 1, 2,\ldots, m$. Pour s'en assurer, il n'y a à remarquer, premièrement, que S_1 est effectivement de la forme indiquée, et, en second lieu, que la loi, étant supposée vraie pour $S_1, S_2,\ldots, S_{m-1}$, l'est encore

(*) *Journal de Crelle*, t. LII, p. 358.

pour S_m. On obtient ainsi les résultats suivants :

$$4^2 S_1 = \sin x - 4x \cos x + \sin 3x,$$
$$4^4 S_2 = (7 - 8x^2)\sin x - 24x\cos x + 8\sin 3x - 12x\cos 3x + \sin 5x,$$
$$4^6 S_3 = (67 - 88x^2)\sin x + \left(\frac{32}{3}x^3 - 224x\right)\cos x - (72x^2 - 82)\sin 3x$$
$$- 156x\cos 3x + 16\sin 5x - 20x\cos 5x + \sin 7x,$$

. . . .

» On déduit de là

$$\sin^2 \operatorname{am} x = \frac{1}{2} - \frac{1}{2}\cos 2x + k^2 S_1^{(2)} + k^4 S_2^{(2)} + \ldots,$$

$S_m^{(2)}$ étant une somme de termes de la forme

$$f(x)\cos 2px + \varphi(x)\sin 2px,$$

dans lesquels p reçoit les valeurs 0, 1, 2,..., $m+1$. Du reste, on parviendrait immédiatement à la même conclusion en faisant

$$z = \sin^2 \operatorname{am} x,$$

et se servant de l'équation

$$z'' + 4z - 2 = 2k^2(-2z + 3z^2).$$

» Faisons encore

$$\int_0^x \sin^2 \operatorname{am} x\, dx = \frac{x}{2} - \frac{1}{4}\sin 2x + k^2 R_1 + k^4 R_2 + \ldots;$$

R_1, R_2,... sont des fonctions impaires de x de même forme que $S_1^{(2)}$, $S_2^{(2)}$,....
Revenons maintenant à la transcendante $\mathrm{A}l(x)$, et posons

$$\mathrm{A}l(x) = 1 + k^2 U_1 + k^4 U_2 + \ldots;$$

l'équation (1), rappelée plus haut, donne

$$\frac{d\mathrm{A}l(x)}{dx} + \mathrm{A}l(x)\int_0^x k^2 \sin^2 \operatorname{am} x\, dx = 0,$$

et, en égalant à zéro le coefficient de k^{2m}, il vient

$$U'_m + \left(\frac{x}{2} - \frac{1}{4}\sin 2x\right) U_{m-1} + R_1 U_{m-2} + \ldots + R_{m-2} U_1 + R_{m-1} = 0.$$

» Cette formule, jointe à la condition $U_m = 0$, pour $x = 0$, fait connaître U_m, dès que U_1, U_2,..., U_{m-1} sont déterminés, et montre que le coefficient de k^{2m} est effectivement une somme de termes de la forme $f(x)\cos 2px + \varphi(x)\sin 2px$ en nombre limité, p étant un entier. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la théorie de la périodicité undécennale des taches du Soleil.* Note de M. **Ch. Lamey**, présentée par M. d'Abbadie.

« Dans l'hypothèse que les courants de la surface du Soleil, se dirigeant de l'équateur aux pôles, redescendent ensuite des pôles vers le centre pour retourner de là vers l'équateur, j'avais signalé autrefois l'explication si simple qui en découlait relativement à la singulière prédominance des taches sur deux parallèles à l'équateur.

» Cette circulation interne, soupçonnée du reste depuis longtemps par plusieurs membres illustres de l'Académie (1), fournit une explication toute naturelle de la périodicité si remarquable des taches, dont l'amplitude est comprise entre dix et douze ans. En effet, en prenant dans les tableaux A et B donnés par le P. Secchi, d'après les observations de Carrington (2), la moyenne du mouvement diurne des taches vers les pôles, j'ai trouvé pour valeur 3',004. Or, si l'on admet que cette vitesse moyenne est celle du courant de la masse du Soleil, le calcul montre qu'un mobile animé de cette vitesse mettrait $11^{ans},19$ à parcourir ce chemin, dont la longueur est donc $\frac{2\pi R}{4} + 2R$.

» Comme on le voit, ces $11^{ans},19$ correspondent précisément à la période undécennale des taches. Plusieurs faits particuliers viennent à l'appui de cette théorie, que je me borne à signaler aujourd'hui. »

PHYSIQUE. — *Sur la charge que prend le disque de l'électrophore.* Note de M. **E. Douliot**, présentée par M. Berthelot.

« Le disque de l'électrophore, réduit à une épaisseur négligeable, se trouve sur une surface d'égal potentiel lorsqu'il est posé sur le gâteau de résine uniformément électrisé; et, comme il n'a aucune influence sur la distribution de l'électricité dans un corps mauvais conducteur, son potentiel est indépendant de son étendue tant qu'il ne sort pas des limites du gâteau. Lorsqu'il est ramené au potentiel zéro par sa communication avec le sol, il reçoit une charge dont le potentiel relatif à un point de sa surface est égal et de signe contraire à celui de l'électricité développée primitivement sur la résine. Admettons que l'épaisseur de la couche électrique

(1) *Comptes rendus*, t. LXIII, t. 415.

(2) *Le Soleil*, 2e édition, t. I, p. 135 et 136.

ainsi répandue sur le disque soit constante. Soit h cette épaisseur et R le rayon du disque.

» La formule de M. Clausius donne pour la valeur du potentiel relatif à un point de la surface du disque

$$V = 2\pi h R.$$

» Si Q est la quantité d'électricité qu'il a reçue, on a

$$Q = \pi R^2 h,$$

d'où

$$V = \frac{2Q}{R}.$$

Or V représente, au signe près, le potentiel du gâteau; c'est une quantité constante.

» Donc *la charge reçue par le disque, et qu'il emporte lorsqu'on le soulève par le manche isolant, est*, dans l'hypothèse admise, *proportionnelle à son rayon.*

» Pour vérifier ce résultat, j'ai pris trois disques ayant pour diamètres 3, $4\frac{1}{2}$ et 6 centimètres, nombres qui sont entre eux comme 2, 3 et 4. Ces disques ont été découpés dans une feuille d'étain de $\frac{5}{100}$ de millimètre d'épaisseur et munis d'un manche isolant composé d'un fil de soie recouvert de gomme laque fondue. Le gâteau a été formé en coulant de la paraffine dans un moule de carton de 13 centimètres de diamètre et de 16 millimètres de hauteur. Enfin ce gâteau a été électrisé sur toute sa surface en passant sur lui aussi régulièrement que possible et dans deux directions perpendiculaires un pinceau de poils de blaireau.

» Pour mesurer les quantités d'électricité emportées par ces disques, je me suis servi de l'électromètre à cadran de M. Thomson, modifié par M. Branly (1). Les secteurs de l'électromètre étant en communication, les uns avec le pôle positif et les autres avec le pôle négatif d'une petite pile de 50 éléments, j'ai mis l'aiguille en communication, par un long fil métallique, avec un plateau horizontal de 15 centimètres de diamètre supporté par un pied isolant. Les disques posés sur ce plateau pouvant être considérés, à cause de leur faible épaisseur, comme se substituant à une portion de sa surface, n'en changent pas la capacité électrique. Le potentiel de ce plateau, mesuré par la déviation de l'aiguille, est donc dans chaque cas proportionnel à la charge qui lui est apportée par le disque.

(1) L'électromètre dont je me suis servi a été construit par M. Bourbouze pour le compte de la Société française de Physique, qui a bien voulu le mettre à ma disposition.

» Les vérifications ainsi faites ont donné des résultats très-concordants. Je n'en citerai ici qu'une. Les impulsions données à l'aiguille au moment où les disques étaient posés sur la surface du plateau ont été dans cette expérience mesurées par des déviations de 45, 68 et 92 divisions de l'échelle. Ces nombres sont entre eux comme 2, 3,02, 4,08 et vérifient suffisamment la loi. »

PHYSIQUE. — *Théorie des spectres; observations sur la dernière Communication de M. Lockyer*. Note de M. **Lecoq de Boisbaudran**, présentée par M. Wurtz.

« Je demande à l'Académie la permission de présenter quelques remarques sur la Note que M. Lockyer a publiée aux *Comptes rendus* le 20 mars dernier. M. Lockyer adopte l'hypothèse de la scission à haute température des éléments chimiques, soit en sous-molécules, soit même en éléments distincts.

» La condensation moléculaire est évidente pour certains corps simples, tels que le soufre. Les spectres multiples de l'iode étudiés par M. Salet montrent que la séparation à haute température de molécules primitivement réunies coïncide réellement avec un changement de spectre; mais cette analogie ne doit pas être poussée au delà d'une certaine limite et M. Lockyer ne me paraît apporter aucun argument qui en motive l'extension au cas des spectres électriques du calcium (1).

» M. Lockyer pense que, si les intensités relatives des raies du calcium, H_1 et H_2, ne varient pas par suite des changements de température, cela montrera que le calcium affecte divers groupements moléculaires; il pense aussi que, si H_1 et H_2 changent d'éclat relatif, il sera difficile d'expliquer le phénomène sans admettre que le calcium, au lieu d'être un élément, soit réellement composé de deux substances. Ce raisonnement ne me paraît pas fondé, car des nombreuses observations que j'ai faites il résulte que toutes les raies spectrales changent d'intensités relatives quand on fait varier la température.

(1) Il est à remarquer que : 1° l'accroissement d'éclat des deux principales raies violettes du calcium (raies décrites par tous les auteurs et correspondant aux raies solaires H_1 et H_2), produit par l'élévation de température, est familier à ceux qui s'occupent d'analyse spectrale; 2° l'affaiblissement de la raie bleue, tout en offrant beaucoup d'intérêt, n'est cependant pas le premier exemple d'un semblable fait, ainsi qu'on le verra plus loin; 3° enfin la dissociation des composés analogues au $CaCl^2$, soumis à de hautes températures, ne constitue pas non plus une observation nouvelle.

» La théorie de M. Lockyer nous conduirait donc à admettre que chaque élément se décompose en autant de substances plus simples que son spectre compte de raies. Or, si l'on réfléchit à l'immense nombre de raies qui coexistent dans certains spectres (Fe, Ni, Mn et même alcalins et alcalino-terreux), on accordera qu'une pareille hypothèse serait extrêmement peu probable et aurait besoin, pour être admise de préférence à celle des vibrations harmoniques, d'être étayée sur des faits bien établis et très-différents de ceux actuellement connus.

» L'augmentation de température de l'étincelle provoque non-seulement l'accroissement de l'éclat des raies H_1 et H_2 du calcium, mais aussi celui de plusieurs autres raies violettes, dont les principales se produisent déjà avec une petite étincelle éclatant sur une solution de $CaCl^2$ et dont les autres ne deviennent visibles que par l'emploi de puissantes bobines armées de condensateurs. Admettra-t-on pour chacune de ces raies l'existence d'une sous-molécule ou d'un sous-élément du calcium?

» M. Stokes a proposé à M. Lockyer l'objection suivante : il est possible que, avec un accroissement de température, les lignes les plus réfrangibles deviennent plus brillantes aux dépens des moins réfrangibles et cela sans qu'il y ait dissociation du calcium.

» J'avais clairement établi le fait de la diminution de l'éclat absolu de certaines raies le 16 octobre 1871 dans les *Comptes rendus* (p. 943 et suiv.) :

« Lorsque l'on augmente la température d'une source lumineuse (flamme ou étincelle), l'intensité *relative* des raies les plus réfrangibles s'accroît beaucoup; l'éclat *absolu* des raies les moins réfrangibles subit même quelquefois une diminution qui peut aller jusqu'à l'extinction.... Avec l'étincelle ordinaire (étincelle d'induction) et une solution de bichlorure d'étain, on obtient un groupe de trois raies vertes : 563.1, 558.9, 556.1, dont la moins réfrangible (563.1) est seule brillante : les deux autres sont très-faibles ou nulles; si l'on fait communiquer les pôles avec une bouteille de Leyde, la raie 563.1 s'affaiblit au point de pouvoir s'éteindre, tandis que les raies 558.9 et 556.1 deviennent brillantes. Remarquons que l'étincelle condensée est douée d'une température supérieure à celle de l'auréole qui constitue les étincelles ordinaires de faible longueur. »

» Je ne combats nullement l'hypothèse qui consiste à admettre que nos corps dits *simples* ont une origine commune et seront peut-être un jour ramenés à une ou plusieurs matières plus élémentaires. Les relations étroites qui existent entre les propriétés des corps simples de même famille, ainsi que les recherches théoriques (spectrales et autres) auxquelles je me suis livré, paraissent même rendre cette hypothèse plausible; mais je regarde comme essentiel d'établir la distinction la plus tranchée entre ce que l'ob-

servation des phénomènes nous permet de considérer comme certain, ou au moins comme très-probable, et une *croyance philosophique* à l'appui de laquelle aucun résultat expérimental n'a réellement été obtenu jusqu'à présent. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la constitution des monochlorhydrines propyléniques et la loi d'addition de l'acide hypochloreux.* Note de M. **L. Henry**, présentée par M. Wurtz.

« L'action de l'acide hypochloreux sur les composés non saturés permet d'obtenir des dérivés remplissant la double fonction d'*alcool* et d'*éther haloïde*. Dans la suite de mes recherches sur les dérivés allyliques, je me suis occupé de déterminer quelles positions relatives prennent les radicaux OH et Cl en se fixant sur les molécules non saturées et d'établir la *loi d'addition de l'acide hypochloreux* (1). J'ai en même temps combattu l'opinion émise par M. Markownikoff, touchant la constitution de la monochlorhydrine propylénique $C^3H^6(OH)Cl$, qui semblait faire exception à cette loi. M. Markownikoff, dans une série de Communications (2), a maintenu sa première opinion et repoussé mes conclusions, tant au point de vue de la loi générale qu'en ce qui concerne la chlorhydrine propylénique. Les faits que je présente aujourd'hui me paraissent confirmer absolument ce que j'avançais dans mes premières Communications.

» I. *Sur les chlorhydrines propyléniques*, $C^3H^6(OH)Cl$. — Au propylène $CH^2 = CH - CH^3$ correspondent théoriquement deux monochlorhydrines $C^3H^6(OH)Cl$, représentées par les formules

a.	*b.*
$CH^2 - OH$	CH^2Cl
$\vert$	$\vert$
$CHCl$	$CH - OH$
$\vert$	$\vert$
CH^3	CH^3

» J'ai attribué la formule *a* à la chlorhydrine résultant de l'addition de l'acide hypochloreux au propylène, me basant sur ce fait, qu'elle fournit de l'acide monochloropropionique quand on l'oxyde au moyen de l'acide azotique; elle représente donc un dérivé chloré de l'alcool propylique, et

(1) *Comptes rendus,* 23 et 30 novembre 1874.

(2) *Comptes rendus,* 18 et 26 octobre, et 2 novembre 1875.

les formules suivantes indiquent ces relations :

Chlorhydrine propylénique.	Acide monochloropropionique.
CH^2,OH — $CHCl$ — CH^3	CO^2H — $CHCl$ — CH^3

» L'identité de ce produit d'oxydation avec l'acide chloropropionique dérivé de l'acide lactique ordinaire a été mise hors de doute par un examen des propriétés, par l'analyse et la densité de vapeur.

» Ce fait, qui semble péremptoire, n'a pas convaincu M. Markownikoff, qui persiste à attribuer la formule *b* au produit d'addition de l'acide hypochloreux au propylène. Sur quoi se base mon savant contradicteur? Sur ce fait, que cette chlorhydrine oxydée par l'acide chromique lui a donné de l'acide acétique. Cela est insuffisant. M. Markownikoff, en effet, n'a pas employé le même oxydant que moi ; il en résulte seulement que l'oxydation par l'acide chromique est plus énergique que celle de l'acide azotique et détruit l'acide chloropropionique qui se formerait dans une première phase de la réaction. J'ai soumis cette hypothèse à une expérience de contrôle et j'ai constaté que l'acide monochloropropionique traité par l'acide chromique se détruit en donnant de l'acide carbonique et de l'acide acétique, c'est-à-dire les mêmes produits que M. Markownikoff a obtenus en partant de la chlorhydrine elle-même.

» Quant à la chlorhydrine que fournit l'hydratation du chlorure d'allyle par l'acide sulfurique ou la combinaison de l'oxyde de propylène avec l'acide chlorhydrique, je lui attribue la formule *b* ; c'est donc de l'alcool isopropylique monochloré, et l'on peut la distinguer de son isomère en l'appelant *chlorhydrine allylique*.

» Les produits de son oxydation confirment cette formule, mais ils varient suivant la nature de l'agent d'oxydation.

» Avec l'acide azotique, elle donne de l'acide monochloracétique, et avec l'acide chromique, de l'acide acétique en même temps qu'une petite quantité d'acétone monochlorée, si l'acide chromique est en quantité insuffisante. L'acétone monochlorée se comporte de la même façon à l'oxydation et donne de l'acide monochloracétique avec l'acide azotique, tandis que par l'acide chromique elle se convertit en acide acétique. Il y a lieu d'insister sur ce fait qu'une molécule se scinde en deux sens différents, suivant la nature des agents d'oxydation.

» Aux deux chlorhydrines *a* et *b*, qui sont : la première un alcool primaire chloré, la seconde un alcool secondaire chloré, correspondent théoriquement des produits renfermant H^2 de moins, C^3H^5ClO. L'un, venant de la chlorhydrine *a*, sera une aldéhyde chlorée ; l'autre, dérivé de la chlorhydrine *b*, sera une acétone chlorée. En oxydant la première de ces chlorhydrines, M. Markownikoff a obtenu en petite quantité le corps C^3H^5ClO, qu'il considère comme de l'acétone monochlorée, tandis que ce doit être, à mon avis, l'aldéhyde propionique monochlorée. M. Markownikoff base son opinion sur ce fait, qu'une oxydation plus énergique donne de l'acide oxalique ; mais cette raison ne me paraît pas suffisante ; car, dans la réaction où j'ai noté soit l'acide monochloracétique, soit l'acide monochloropropionique, j'ai toujours obtenu une notable quantité d'acide oxalique, produit d'oxydation finale des composés tricarbonés.

» En résumé, la constitution de la chlorhydrine *a* est prouvée par la formation d'acide monochloropropionique ; c'est donc de l'alcool propylique chloré, et le composé C^3H^5ClO noté par M. Markownikoff, dans l'oxydation de cette chlorhydrine, ne peut être que de l'aldéhyde propionique monochlorée.

» La chlorhydrine, représentée par la formule *b*, fournit de l'acide monochloro-acétique quand on l'oxyde par l'acide azotique, et de l'acétone monochlorée dans l'oxydation opérée par l'acide chromique ; c'est donc l'alcool isopropylique monochloré.

» Dans une prochaine Note, je tirerai de ces faits les conclusions qui permettent d'établir *la loi d'addition de l'acide hypochloreux* aux composés non saturés. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un quino-acétate de calcium ;* Note de M. E. **Gundelach**, présentée par M. Wurtz.

« En examinant un quinate de calcium du commerce, j'ai trouvé que ce sel brut contenait essentiellement un sel double, composé de molécules égales de quinate de calcium et d'acétate de calcium. J'ai réussi à obtenir directement ce corps en mêlant des solutions de quinate et d'acétate de calcium à molécules égales, par exemple 12^{gr},04 de quinate de calcium $(C^7H^{11}O^6)^2Ca + 10H^2O$ et 3^{gr},52 d'acétate de calcium $(C^2H^3O^2)^2Ca + H^2O$.

» La solution, concentrée jusqu'à ce qu'un dépôt commence à se former sur les parois du vase, se prend en masse du jour au lendemain. Le sel se présente en petits grains groupés sous forme de choux-fleurs : il est stable et

peut être purifié par cristallisation dans l'eau, dans laquelle il est très-soluble, tandis qu'il est presque insoluble dans l'alcool absolu.

» Les dosages de calcium faits sur deux préparations différentes ont donné les résultats suivants :

	Première préparation.		Deuxième préparation.	Quantité théorique.
Quantité de Ca en centièmes du sel séché à 110 degrés.	13,16	12,95	12,93	12,99

ce qui conduit à la formule

$$\left.\begin{matrix} C^7H^{11}O^6 \\ C^2H^3O^2 \end{matrix}\right\rangle Ca + H^2O.$$

» La molécule d'eau ne peut pas être chassée par une dessiccation prolongée à 150 degrés (1). Si l'on chauffe au-dessus de 150 degrés, il se dégage des vapeurs qui rougissent le papier de tournesol. Au-dessus de 200 degrés, le sel commence à se carboniser sans fondre.

» Si l'on précipite le calcium dans une solution de quino-acétate par l'acide oxalique, et si l'on concentre la solution, il se dégage de l'acide acétique, et de l'acide quinique, fondant à 162 degrés, se dépose par le refroidissement. J'ai retiré le quinate de calcium que j'ai employé pour ces essais des résidus de la fabrication du sulfate de quinine, en suivant une marche trop longue à décrire (2).

» Je me propose de continuer ces recherches sur la constitution des quinates et de l'acide quinique. »

PHYSIOLOGIE. — *Variations de l'état électrique des muscles dans la contraction volontaire et le tétanos artificiel, étudiées à l'aide de la patte galvanoscopique.* Note de MM. **Morat** et **Toussaint**, présentée par M. Cl. Bernard.

« Il est admis généralement que la contraction volontaire, plus ou moins prolongée, est composée de secousses fusionnées, comme le tétanos provoqué par des excitations répétées. S'il en est ainsi, la variation négative du courant propre des muscles en état de contraction volontaire doit éprouver une série d'oscillations, que l'aiguille du galvanomètre, en raison de son inertie, est impropre à déceler, mais que la théorie considère comme étant capables d'*induire* le tétanos dans une patte galvanoscopique.

---

(1) L'acide quinique lui-même ne perd sa molécule d'eau qu'au moment où il entre en fusion, c'est-à-dire à 162 degrés.

(2) Je dois ces résidus à l'obligeance de M. E. Perret.

» Comment, en réalité, se comporte une patte induite dont le nerf est mis en contact avec les deux sections d'un muscle qui se contracte volontairement? Nous avons fait sur ce sujet, dans le laboratoire de M. Chauveau, un grand nombre d'expériences en nous servant de la grenouille et en enregistrant l'une au-dessus de l'autre, à l'aide d'un myographe double, la contraction du muscle inducteur et celle du muscle induit.

» Voici ce que nous avons observé :

» Très-fréquemment les mouvements accomplis volontairement par la grenouille ne donnent lieu à aucune réaction de la patte induite, même quand on s'est assuré que celle-ci réagit très-vivement à la moindre secousse inductrice provoquée artificiellement.

» Quand la contraction volontaire agit sur la patte galvanoscopique, l'effet produit est une secousse simple, très-brève, coïncidant avec le début de la contraction volontaire. D'autres secousses semblables apparaissent parfois, soit à la fin de la contraction, soit encore, mais beaucoup plus rarement, pendant le cours de cette contraction. Cette réaction de la patte induite ne paraît en rapport ni avec l'intensité ni avec la durée de la contraction volontaire. L'observation démontre qu'elle dépend d'une seule condition, la *brusquerie* avec laquelle surviennent les changements d'état du muscle, soit au départ de la contraction volontaire, soit à sa fin, soit pendant son cours. On peut dire qu'en somme la contraction induite provoquée par la contraction volontaire n'est jamais qu'une sorte d'accident.

» Ces résultats sont en opposition évidente avec ce que l'on pouvait prévoir. Faut-il en conclure que la contraction volontaire n'est pas un acte complexe, composé de secousses fusionnées? Ce serait aller trop loin; car cette manière de considérer la contraction volontaire conserve toujours en sa faveur les preuves tirées de l'existence des vibrations musculaires décelées par le son que donnent à l'auscultation les muscles contractés. Reste à expliquer les résultats de nos expériences sur la contraction induite.

» Cette explication nous a été fournie par deux nouvelles séries d'expériences, dans lesquelles nous avons étudié l'influence exercée sur la contraction induite, par le *nombre* et par la *durée* des secousses simples composant le tétanos d'un muscle inducteur dont le nerf est excité par une série de flux électriques instantanés.

» Nous avons constaté qu'avec une fréquence relativement peu considérable des excitations, mais suffisante pour provoquer le tétanos du muscle inducteur, on induit, dans la patte galvanoscopique, un tétanos plus ou moins semblable dans lequel, le plus souvent, les secousses mal fusionnées

se reconnaissent encore. Si l'on augmente graduellement la fréquence des excitations, on voit d'abord le tétanos induit devenir plus parfait et se maintenir aussi longtemps que le tétanos inducteur; puis ce tétanos induit parfait ne se manifeste que pendant la première période du tétanos inducteur; puis enfin, la fréquence des excitations étant très-grande, il ne se produit plus qu'une contraction induite initiale brève, n'ayant guère plus de durée que si elle avait été provoquée par une secousse simple.

» Telle est l'influence du nombre des excitations, les secousses qu'elles engendrent restant toujours brèves et aussi égales que possible, pour avoir des résultats comparables.

» Voyons maintenant l'influence de la durée individuelle des secousses qui composent le tétanos inducteur.

» Pour obtenir des secousses brèves, le moyen le plus sûr, c'est d'exciter, par la méthode unipolaire, le nerf du muscle inducteur, après l'avoir sectionné ou tout au moins après avoir coupé la moelle épinière en arrière de l'encéphale. Si le nerf communique avec l'encéphale, la secousse provoquée par l'excitation avec un flux électrique instantané peut s'allonger considérablement, comme l'a démontré M. Chauveau, même quand l'organe excité n'a pas encore subi la moindre fatigue. A plus forte raison, cet allongement de la secousse se produit-il sûrement si le nerf est fatigué, par des excitations répétées ou par son exposition à l'air. Quelles que soient les conditions dans lesquelles est obtenu cet allongement des secousses, s'il est considérable, il a toujours la même conséquence relativement à la contraction secondaire de la patte galvanoscopique. Cette conséquence, c'est la disparition du tétanos induit. Le tétanos inducteur est, au contraire, très-facilement engendré même avec un petit nombre de secousses, mais il ne provoque plus dans la patte induite qu'une contraction initiale brève, ressemblant beaucoup à celle qui est provoquée par la contraction volontaire.

» Quand on interprète ces expériences au point de vue des renseignements qu'elles fournissent sur l'état électrique des muscles en état de contraction, un fait d'une certaine importance se dégage. Le tétanos, artificiellement provoqué par les courants interrompus, comprend deux types séparés par une foule d'états intermédiaires. Dans l'un de ces types (tétanos composé de secousses brèves et relativement peu nombreuses), les oscillations de l'état électrique sont encore brusques et d'une certaine ampleur, malgré la fusion complète des secousses qui provoquent les oscillations. Celles-ci sont donc toutes capables d'exciter le nerf d'une patte induite; elles

se traduisent alors par un tétanos induit, plus ou moins semblable au tétanos inducteur. Dans le second type (tétanos composé de secousses longues et nombreuses), le courant musculaire reste en variation négative à peu près constante. Les oscillations de l'état électrique du muscle, étant très-peu accentuées, ne provoquent plus de réaction dans la patte galvanoscopique. Ce n'est que quand la variation négative s'établit, c'est-à-dire au moment même où commence le tétanos inducteur, que le nerf de la patte induite peut être excité.

» Appliquées à l'étude de la contraction volontaire, ces données prouvent que la permanence de la variation négative indiquée par le galvanomètre ne tient pas exclusivement à l'inertie de l'appareil, mais représente au moins en partie un phénomène réel. Il y a tout lieu de croire qu'un appareil d'une extrême mobilité donnerait des indications analogues.

» Une conclusion d'un autre ordre ressort encore de nos expériences : c'est que la contraction induite n'a pas la valeur qui lui a été attribuée pour déterminer, à l'aide de ses caractères, si tel mouvement musculaire est une secousse simple ou une contraction composée de plusieurs secousses. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Anesthésie par la méthode des injections intra-veineuses de chloral. Amputation de la cuisse ; insensibilité absolue ; sommeil consécutif pendant six heures ; guérison sans aucun accident.* Note de M. **Oré**, présentée par M. Bouillaud.

« L'observation que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie des Sciences est la première d'une nouvelle série où l'anesthésie a été produite par la méthode des injections intra-veineuses de chloral. Cette nouvelle série, qui ne compte encore que des succès, est d'autant plus importante qu'on y trouvera des faits heureux appartenant non-seulement à des chirurgiens belges, mais à un chirurgien autrichien. Les injections intra-veineuses de chloral ont été employées récemment avec succès en Autriche.

» Raoul M..., âgé de 16 ans, est employé dans un grand atelier de construction de machines. Le 4 octobre 1875, en vaquant à ses occupations habituelles, il se heurta très-violemment contre une pièce de fer. Le coup avait porté à quelques centimètres au-dessous du genou droit, sur la partie antérieure du tibia. Il occasionna une très-vive douleur, et cette douleur persista avec une grande intensité plus de huit jours, pendant lesquels le malade n'interrompit pas son travail.

» Au commencement de novembre, des douleurs intenses envahirent toute la jambe, qui devint le siége d'un gonflement général assez marqué.

» Un traitement approprié fut employé par M. de Chappelle, qui sembla produire une amélioration momentanée. Mais bientôt une tumeur très-apparente se produisit et envahit avec beaucoup de rapidité tout le contour de la partie supérieure du tibia. Le malade fut alors soumis à l'examen de MM. Hingoyen et Lande, qui décidèrent que l'amputation de la cuisse était indispensable.

» Le 11 mai, en présence de MM. Hingoyen, L. de Chappelle, de M. Testut, mon chef de laboratoire, et de MM. de Chappelle fils, Vaucher, Fourgeaud et Fage, aides au même laboratoire, l'opération fut pratiquée par mon ami M. Lande.

» Il avait été décidé que l'on insensibiliserait le malade à l'aide de l'injection intra-veineuse de chloral. La solution, préparée dans mon laboratoire (solution au $\frac{1}{5}$), neutralisée par l'addition de quelques gouttes de carbonate de soude, fut injectée dans une des veines avoisinant la tumeur, à l'aide de ma seringue à injection.

» $6^{gr},50$ de chloral ont été injectés en 8 minutes 30 secondes.

» Avant l'injection, le malade était extrêmement agité. La terreur que lui inspirait l'opération qu'il allait subir, et qu'il attendait depuis plus de quarante-huit heures, l'avait mis dans un état nerveux très-pénible.

» Pendant l'injection du chloral, cette excitation se calma peu à peu : à 4 grammes, le malade était déjà tranquille; à 5 grammes il se laissait aller au sommeil; enfin à $6^{gr},50$ on obtenait une anesthésie absolue. Cette transition d'un état d'agitation extrême à un état de résolution complète s'était faite progressivement, insensiblement.

» A $9^h 30^m$, amputation. A $9^h 55^m$, le malade est placé dans son lit, le pouls est à 108. La respiration régulière, à 32.

» A 10 heures seulement, les mouvements réflexes que provoque le toucher de la cornée sont revenus. Le malade dort jusqu'à midi; il se réveille alors, demande ce qui s'est passé; puis, au bout de quatre à cinq minutes, il retombe dans un sommeil paisible qui dure jusqu'à 5 heures du soir. A ce moment réveil et retour complet de l'intelligence.

« J'avais eu le soin, dit M. Lande, pour pratiquer l'injection intra-veineuse de chloral, de choisir une des veines volumineuses qui sillonnaient la peau autour de la tumeur. Au début de l'injection, le malade avait accusé, ainsi que cela arrive souvent, une sensation de brûlure le long de la veine piquée; j'ai tenu à examiner ce vaisseau. J'ai donc disséqué cette veine avec le plus grand soin et j'ai constaté *qu'elle ne renfermait aucun caillot*. Je l'ai

maniée suivant sa longueur, sur sa face profonde, et j'ai cherché la trace de la piqûre; je n'ai pu retrouver cette trace qu'en me guidant d'après une légère suffusion sanguine, siégeant dans le tissu cellulaire périphérique : sur la face interne elle aurait passé complétement inaperçue. Enfin j'ai constaté que, dans toute l'étendue de ce vaisseau, il n'y avait pas la moindre rougeur, rien qui indiquât le passage récent d'une substance irritante. Il m'a paru intéressant, en présence des préventions qui s'élèvent encore contre les injections intra-veineuses de chloral, de faire avec le plus grand soin ces diverses constatations et de les publier, car c'est, si je ne me trompe, la première fois que l'occasion s'est présentée de faire, peu de temps après l'opération, la nécropsie de la veine dans laquelle une semblable injection a été pratiquée. »

» Aujourd'hui le malade est guéri : les suites de l'opération ont été aussi simples que possible : il n'y a eu ni *phlébite*, ni *caillot*, ni *hématurie*, et c'est toujours ainsi que les choses se passent quand les injections de chloral sont convenablement faites.

» Ce fait peut se résumer ainsi : « Tumeur à myéloplasies du tibia. Amputation de cuisse. Injection intra-veineuse de chloral qui a non-seulement détruit la sensibilité pendant toute la *durée* de l'opération, mais après. Sommeil consécutif et réparateur pendant six heures. Absence de tout phénomène grave du côté des veines et du côté de la respiration. Guérison finale. »

M. R.-Francisque Michel adresse une Note sur les fraudes que l'on rencontre dans les pointes de paratonnerres. (Extrait.)

« Lorsqu'on a réparé les paratonnerres des édifices municipaux de la Ville de Paris et du département de la Seine, pour les établir conformément aux dernières instructions, j'ai fait recueillir et cataloguer toutes les flèches de cuivre munies de leurs pointes en platine.

» Dans le but de rechercher la cause de certaines anomalies constatées dans l'examen comparatif de ces pointes, j'ai entrepris depuis un an non-seulement de les examiner au microscope, mais encore de les traiter par l'analyse chimique. Environ 40 pour 100 des pointes que j'ai examinées ont, à l'analyse, donné des quantités de plomb variant en chiffres ronds de 6 à 17 pour 100.

» Certaines pointes, même de dimensions fort restreintes, longues de 45 millimètres sur un diamètre à la base de $3^{mm},65$, avaient été évidées à l'intérieur sur une longueur de 30 millimètres environ, de façon à former sur cette longueur un cylindre creux ayant environ $0^{mm},75$ d'épaisseur de paroi. Dans cette cavité, on avait coulé de la soudure com-

posée de parties égales de plomb et d'étain. En coupant l'une de ces pointes, et en la plaçant dans un creuset chauffé au rouge sombre, la soudure, par sa fusion, laissait vide la cavité centrale. Dans certaines de ces aiguilles en platine, le cylindre de soudure adhérait assez peu pour pouvoir être facilement arraché à l'aide d'un poinçon.

» Lors de l'enquête sur l'état des paratonnerres surmontant les édifices municipaux, j'ai trouvé que la proportion des pointes de platine infléchies, brûlées ou tombées, atteignait le chiffre de 88 pour 100. Il est du reste impossible de vérifier l'état des aiguilles en platine des paratonnerres, celles-ci étant rendues solidaires de la flèche en cuivre qui sert d'intermédiaire avec la tige en fer du paratonnerre. »

« M. P. Gervais offre à l'Académie, de la part de la famille de feu M. *Emilien Dumas*, de Sommières, la dernière feuille de la carte géologique du Gard due à ce savant. Cette feuille supplémentaire donne les coupes géologiques générales suivant la direction des lignes tracées sur celles qui ont été précédemment publiées. »

M. Netter adresse une Note imprimée sur une observation de cécité déterminée par des éclairs et prie l'Académie de vouloir bien la joindre à la dernière Communication qu'il a faite sur la rétinite pigmentaire et l'héméralopie dite *essentielle*.

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE

Ouvrages reçus dans la séance du 15 mai 1876.

(suite.)

Les causes de la gravelle et de la pierre étudiées à Contrexéville pendant neuf années de pratique médicale; par le Dr Debout d'Estrées. Paris, A. Delahaye, 1876; in-8°.

Conseil général de la Charente. Commission nommée pour l'étude du Phyl-

loxera. Procès-verbaux des deux premières réunions et Rapport présenté à la Commission le 29 *octobre* 1875 *par* M. F. LAJEUNIE. Angoulême, imp. Chasseignac, 1876; br. in-8°.

Conseil général de Saône-et-Loire. Rapport sur le Phylloxera lu dans la séance du 25 *avril* 1876 *par* M. A. MATHEY. Mâcon, imp. E. Protat, sans date; br. in-8°.

Ces deux Ouvrages sont renvoyés à la Commission du Phylloxera.

Bulletin de la Société impériale des naturalistes de Moscou; année 1875, n° 2. Moscou, A. Lang, 1875; in-8°.

Intorno al problema delle tautocrone. Lettera del prof. F. BRIOSCHI *a* D[r] B. Boncompagni. Roma, tip. delle Scienze matematiche e fisiche, 1876; in-4°. (Estratto dal *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche.*)

Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche, pubblicato da B. BONCOMPAGNI; t. VIII, décembre 1875. Roma, tip. delle Scienze matematiche e fisiche, 1875; in-4°.

Intorno a tre problemi aritmetici di Pietro Fermat. Nota di A. GENOCCHI. Torino, Paravia e Comp., 1876; br. in-8°.

(Ces trois derniers Ouvrages sont présentés par M. Chasles.)

Intorno ai principii fondamentali della dinamica con applicazioni al pendolo ed alla percussion dei corpi secondo Poinsot. Memoria del prof. P. DOMENICO CHELINI. Bologna, tipi Gamberini e Parmeggiani, 1876; in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 22 MAI 1876.

Matériaux pour l'histoire des temps quaternaires; par A. GAUDRY; 1[er] fascicule. Paris, F. Savy, 1876; in-4°. (Présenté par M. P. Gervais.)

La science du mécanisme vocal et l'art du chant; par M[me] ANDRÉE LACOMBE. Paris, Enoch, sans date; grand in-8°.

La folie dite avec conscience n'est pas la vraie folie; par le D[r] J. FOURNET. Paris, A. Delahaye, 1876; br. in-8°. (Présenté par M. Bouillaud.)

Les intérêts sanitaires de l'armée devant les projets de loi sur l'administration militaire et sur l'organisation des services hospitaliers. Paris, Ch. Tanera, 1876; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Mémoires sur la galvanocaustique thermique; par le D[r] A. AMUSSAT fils. Paris, Germer-Baillière, 1876; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Traité iconographique d'ophthalmoscopie; par M. X. GALEZOWSKI. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1876; in-8° relié. (Présenté par M. Cloquet.)

Mémoire sur les accidents auxquels sont soumis les ouvriers employés à la fabrication des chromates; par A. DELPECH et HILLAIRET. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1876; br. in-8°.

Étude expérimentale sur l'entrée de l'air dans les veines et les gaz intra-vasculaires; par L. COTTY. Paris, G. Masson, 1875; in-8°.

Recherches expérimentales sur la respiration pulmonaire chez les grands Mammifères domestiques; par M. A. SANSON. Paris, 1876; br. in-8°. (Extrait du *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie* de M. Ch. Robin.)

De la dilatation médiate, etc.; par le D^r E. LANGLEBERT. Paris, A. Delahaye, 1876; br. in-8°.

Des luxations du pouce en arrière; par L.-H. FARABEUF. Paris, G. Masson, 1876; br. in-8°. (Présenté par M. Gosselin.)

Ces six derniers Ouvrages sont adressés au concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1876.

Inhumation et crémation; par le D[r] GANNAL. Paris, Muzard et fils, 1876; br. in-8°.

Rapport sur l'altération, la corruption et l'assainissement des rivières; par A. GÉRARDIN. Paris, Imprimerie nationale, 1874; br. in-8°.

Amphiorama ou la vue du monde; par F.-W.-C. TRAFFORD. Lausanne, 1875; br. in-8°.

Rivista degli studi di locomozione e nautica nell' aria di P. CORDENONS. Rovigo, Minelli, 1875; in-8°.

Memorie della Società degli spettroscopisti italiani, raccolte e pubblicate per cura del prof. P. TACCHINI. Dispensa 4[a], avril 1876. Palermo, Lao 1876; in-4°.

Dimensioni della terra e ricerca della posizione del suo asse di figura rispetto a quello di rotazione. Memoria di Emm. FERGOLA. Napoli, tipog. M. de Rubertis, 1876; in-4°.

Per le onoranze a Bartolommeo Cristofori che avranno luogo in Firenze il di 7 maggio 1876. Memoria di F. CASAGLIA. Firenze, tipog. della *Gazzetta d'Italia*, 1876; br. in-8°.

Atti dell' Accademia pontificia dei nuovi Lincei compilati dal segretario; anno XXIX, sessione III[a] del 20 febbraio, 1876. Roma, 1876; in-4°.

Ministero d'Agricoltura, Industria è Commercio. Notizie intorno all' ordinamento bancario e al corso forzato negli Stati Uniti di America in Russia nell' impero Austro-Ungarico e in Francia; parte prima : *Stati Uniti e Russia.* Roma, tip. Sinimberghi, 1876; in-8°.

Scioglimento del problema della quadratura del circolo di F. CALLOUD. Parma, Ferrari, 1876; br. in-8°.

Monthly report of the department of agriculture of march and april, 1876. Washington, government printing Office, 1876; in-8°.

On the physical geography of the part of the Atlantic which lies between, 20° N. *and* 10° S. *and extends from* 10° *to* 40° W.; *by* captain TOYNBEE. London, 1876; in-8°.

Transactions of the national association for the promotion of social Science. Brighton meeting, 1875. Edited by Ch. Wager Ryalls. London, Longmans, Green, 1876; in-8° relié.

Lei esplicativa i complementaria de la de Elecciones de 12 *noviembre de* 1874. Santiago, Imp. nacional, 1875; in-12.

Constitucion politica de la republica de Chile. Santiago, Imp. nacional, 1874; in-12.

Lei de elecciones de la Republica de Chile, promulgada el 12 *de noviembre de* 1874. Santiago, Imp. nacional, 1874; in-12.

(A suivre.)

ERRATA.

(Séance du 24 avril 1876.)

Page 988, dernière ligne, *au lieu de* $1.2.3...n$, *lisez* $1, 2, 3,..., n$.
Page 989, première ligne, *au lieu de* $1.2.3...n$, *lisez* $1, 2, 3,..., n$.
» ligne 6, *au lieu de* $1.2.3.n!$ *lisez* $1, 2, 3,..., n!$
» ligne 9, *au lieu de* $[r = 2.3...n!]$ *lisez* $[r = 2, 3,..., n!]$

(Séance du 22 mai 1876.)

Page 1209, ligne 29, *au lieu de* facilement, *lisez* finalement.
Page 1210, ligne 7, *au lieu de* absorbantes, *lisez* abondantes.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 JUIN 1875.

PRÉSIDENCE DE M. LE VICE-AMIRAL PÂRIS.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse une ampliation du décret par lequel M. le Président de la République approuve l'élection que l'Académie a faite de M. *Vulpian*, pour remplir, dans la Section de Médecine et de Chirurgie, la place laissée vacante par la décès de M. *Andral.*

Il est donné lecture de ce décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Vulpian** prend place parmi ses confrères.

M. le **Président** donne lecture de la Lettre suivante, que lui a adressée M. Dollfus, Président de la Société Industrielle de Mulhouse.

« Monsieur le Président,

» L'Académie des Sciences que vous présidez a bien voulu se faire représenter à la fête que la Société Industrielle a préparée à l'occasion du cinquantième anniversaire de sa fondation.

» Je viens vous en adresser en son nom ses plus vifs remercîments, et vous prier de nous permettre de vous offrir un exemplaire de la médaille

commémorative que nous avons fait frapper à cette occasion, et que je vous adresse aujourd'hui.

» Je serais heureux que vous vouliez bien la considérer comme un gage des sentiments de sympathie que nous professons pour votre Compagnie, et dont je suis heureux de vous offrir une fois encore l'expression. »

ASTRONOMIE. — *Recherches astronomiques* (suite); par M. **Le Verrier.**

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie le tome XII des *Annales de l'Observatoire*, comprenant les Tables de Jupiter et celles de Saturne.

» Les Tables de Jupiter sont fondées sur la théorie exposée dans le tome X et la première Partie du tome XI.

» Les Tables de Saturne sont fondées sur la théorie exposée dans les tomes X et XI.

» Les Tables de Jupiter représentent très-exactement l'ensemble des longues séries d'observations faites à Paris et à Greenwich pendant cent vingt années.

» Les Tables de Saturne ont été plus laborieuses à établir; elles avaient d'abord laissé subsister quelques faibles écarts entre la théorie et les observations, ainsi qu'il est exposé dans le *Compte rendu* de la séance du 23 août 1875. Mais l'ensemble du travail a été repris dans la deuxième Partie du tome XI des *Annales;* quelques corrections ont été introduites, et les Tables que nous remettons aujourd'hui à l'Académie représentent exactement toutes les observations depuis Bradley jusqu'à nos jours.

» J'ai déjà eu l'occasion de faire connaître à l'Académie que les théories d'Uranus et de Neptune étaient également complètes, susceptibles de s'étendre à un nombre indéfini d'années. Il restait à les comparer avec les observations, condition essentielle, quand on veut s'assurer de n'avoir laissé échapper aucune erreur. Cette comparaison est, dès aujourd'hui, assez avancée pour que nous soyons sûrs des résultats définitifs. Il ne reste plus à accomplir qu'un travail matériel limité pour arriver au terme que nous nous étions proposé en entreprenant une révision complète du système des huit planètes principales.

» Durant cette longue entreprise, poursuivie pendant trente-cinq années, nous avons eu besoin d'être soutenu par le spectacle d'une des plus grandes œuvres de la création et par la pensée qu'elle affermissait en nous les vérités impérissables de la Philosophie spiritualiste.

» C'est donc avec émotion que nous avons entendu, dans la dernière

séance de l'Académie française, notre illustre Secrétaire perpétuel affirmer ces grands principes, qui sont la source même de la science la plus pure.

» Cette haute manifestation restera un honneur et une force pour la Science française. Je m'estime heureux que l'occasion se soit présentée de la relever au sein de notre Académie, et de lui donner une cordiale adhésion. »

THERMOCHIMIE. — *Sur la formation thermique de l'ozone.* Note de M. **Berthelot.**

« 1. L'étude de la formation thermique de l'ozone offre un grand intérêt à cause des propriétés singulières de cette substance, isomérique avec l'oxygène, qui en est le seul élément et qui peut en être régénéré. Les conditions mêmes de cette formation ne sont pas moins remarquables, car elle a lieu sous l'influence de l'électricité, influence qui fournit si souvent l'énergie complémentaire, nécessaire à la génération des corps formés avec absorption de chaleur, tels que les oxydes de l'azote et l'acétylène. Les résultats auxquels je suis arrivé pour l'ozone ne démentent pas ces analogies.

» 2. J'ai fait passer un courant régulier d'oxygène pur et sec, d'abord à travers un tube où le gaz subissait l'influence de l'effluve électrique (décharge silencieuse), puis dans une fiole calorimétrique renfermant 500 centimètres cubes d'une solution titrée d'acide arsénieux étendu ($2^{gr},475$ par litre, plus 5 centimètres cubes d'une solution d'acide chlorhydrique concentré). Une partie de l'ozone s'y changeait en acide arsénique, avec dégagement de chaleur; le surplus s'échappait avec l'excès d'oxygène, l'absorption de l'ozone par l'acide arsénieux n'étant pas instantanée.

» Au bout de vingt à trente minutes, 6 à 9 litres d'oxygène ayant traversé le calorimètre, et l'élévation de température étant d'un tiers de degré, on cessait de donner l'effluve, et l'on poursuivait le courant d'oxygène pur, avec la même vitesse et dans les mêmes conditions, pendant vingt minutes. On avait eu soin d'ailleurs de faire la même opération pendant le même temps, avant de donner l'effluve. La température étant observée également pendant la durée de la période préalable et de la période consécutive, on possède toutes les données nécessaires pour calculer la chaleur dégagée par la transformation de l'ozone gazeux et de l'acide arsénieux étendu en acide arsénique étendu.

» La quantité même d'oxygène consommé pour cette transformation est obtenue par l'analyse de la solution arsénieuse du calorimètre. A cet effet,

je prends la liqueur primitive, j'y verse un excès très-notable de permanganate très-étendu, et je décolore par une solution d'acide oxalique étendu. On obtient ainsi des résultats très-sensibles et qui concordent à $\frac{1}{10}$ de milligramme près avec les résultats fournis par la pesée préalable de l'acide arsénieux. Mais il faudrait se garder de doser l'acide arsénieux directement par le permanganate, la limite de l'oxydation n'étant pas nette dans cette condition.

» Après l'action de l'effluve, on titre de même l'acide arsénieux restant, ce qui donne par différence l'acide oxydé par l'ozone, et par conséquent le poids de l'oxygène absorbé. Quant au poids même de l'ozone, je le calcule, d'après les expériences de M. Soret et de M. Brodie, en admettant qu'il est triple du poids de l'oxygène absorbé par l'acide arsénieux :

» 3. Voici les résultats numériques que j'ai observés :

Poids de l'oxygène absorbé.	Poids de l'ozone correspondant.	Quantité de chaleur dégagée.
mgr 30,3	gr 90,9	cal 118,2
51,9	155,7	223,7

D'où je déduis pour 8 grammes (1 équivalent) d'oxygène, c'est-à-dire 24 grammes d'ozone $= O^3$: $+ 31^{Cal},4$ et $+ 34,4$: la moyenne est $+ 32^{Cal},9$. Mais j'adopterai de préférence la valeur $+ 34,4$, obtenue dans les conditions expérimentales les plus précises et qui me paraît dès lors plus voisine de la vérité.

» Or, la chaleur dégagée par l'oxydation de l'acide arsénieux étendu au moyen de l'oxygène libre, déterminée par voie indirecte, a été trouvée :

Par M. Favre	+ 19,55	Moyenne .... + 19,6
Par M. Thomsen	+ 19,59	

» En la retranchant du nombre $+ 34,4$, on trouve $+ 14,8$ pour la chaleur dégagée par la métamorphose de l'ozone en oxygène ordinaire, c'est-à-dire $- 14,8$ pour la chaleur dégagée par la formation de l'ozone,

$$3O = (O^3);$$

soit, pour un atome,

$$3\text{Θ} = (\text{Θ}^3) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad -29,6.$$

» Ce nombre l'emporte de moitié, en valeur absolue, sur la chaleur absorbée dans la formation du même volume gazeux du protoxyde d'azote : $Az^2 + O^2 = Az^2O^2$ absorbe $- 18$; et du gaz hypochloreux : $Cl^2 + O^2 = Cl^2O^2$ absorbe $- 18$. C'est les deux tiers de la chaleur con-

sommée dans la formation du bioxyde d'azote : $Az + O^2 = AzO^2$ absorbe $-43,3$.

» En me bornant aux gaz formés par synthèse directe sous l'influence de l'électricité, j'ai trouvé :

$O^4 + O^2 = (O^6)$ [4 volumes]	....	$-29,6$	(effluve ou étincelle),
$O^4 + Az = AzO^4$ »	....	$-24,3$	(étincelle),
$C^4 + H^2 = C^4H^2$ »	....	-64	(arc électrique),

nombres qui mettent en évidence la grandeur du travail fourni par l'électricité dans l'accomplissement des synthèses chimiques.

» L'ozone est donc un corps formé avec absorption de chaleur; il dégage cet excès de chaleur dans les oxydations, ce qui rend compte de son activité supérieure à celle de l'oxygène ordinaire. Cet excès de chaleur ou d'énergie a été emmagasiné sous l'influence de l'électricité : excès remarquable encore, parce qu'il s'agit de la formation d'un corps plus condensé que son générateur, la condensation dégageant en général de la chaleur dans les réactions ordinaires au lieu d'en absorber, comme elle le fait ici.

» C'est d'ailleurs le premier et, je crois, le seul exemple avéré d'un gaz simple, susceptible de présenter deux modifications isomériques distinctes dans l'état gazeux. On voit que les propriétés thermiques de l'oxygène sous ses deux états correspondent avec leur mode de formation et leurs propriétés thermiques. »

CHIMIE. — *Sur l'absorption de l'azote libre par les matières organiques à la température ordinaire.* Note de M. **Berthelot**.

« J'ai trouvé que l'azote libre est absorbé, à la température ordinaire, par les composés organiques, sous l'influence de l'effluve électrique (décharge silencieuse).

» L'expérience est très-nette avec la benzine : 1 gramme de benzine absorbe en quelques heures 4 à 5 centimètres cubes d'azote, la majeure partie demeurant inaltérée. La réaction s'opère principalement entre la benzine électrisée, en vapeur ou sous forme de couches liquides très-minces, et le gaz azote. Elle donne lieu à un composé polymérique et condensé, qui se rassemble à l'état de résine solide, à la surface des tubes de verre à travers lesquels la décharge s'effectue. Ce composé, chauffé fortement, se décompose avec dégagement d'ammoniaque. Mais l'ammoniaque libre ne préexiste, ne se forme par l'effluve, ni à l'état dissous dans l'excès de benzine, ni dans les gaz; ces derniers renferment d'ailleurs un peu

d'acétylène, lequel apparaît constamment dans la réaction de l'effluve sur les carbures d'hydrogène.

» L'essence de térébenthine a donné lieu aussi à une absorption d'azote, plus lente à la vérité dans les mêmes conditions, et il s'est également produit un corps résineux condensé, dont la décomposition pyrogénée dégage de l'ammoniaque.

» Le gaz des marais se comporte de même; il se forme à la fois (en petite quantité) un produit azoté solide très-condensé (qui dégage de l'ammoniaque par la chaleur), et de l'ammoniaque libre, qui demeure mêlé avec les gaz non condensés.

» Avec l'acétylène, le produit principal est la substance polymérique découverte par notre confrère M. Thenard, dont j'ai eu l'occasion de répéter les remarquables expériences. L'azote ne forme pas d'acide cyanhydrique, résultat qui contraste avec l'abondante formation de ce composé sous l'influence de l'étincelle. Cependant le produit condensé qui dérive de l'acétylène, étant détruit par la chaleur, dégage, vers la fin, quelques traces d'ammoniaque.

» Je ne multiplierai pas ces indications, me réservant d'y revenir lorsque j'exposerai les résultats nouveaux que j'ai observés sur l'absorption de l'hydrogène par les matières organiques, sous l'influence de l'effluve et dès la température ordinaire. Je ferai seulement observer que cette absorption de l'azote par les matières organiques, dès la température ordinaire, est des plus intéressantes. Il n'est guère douteux que des phénomènes analogues (accompagnés par une absorption d'oxygène) ne doivent se manifester en temps d'orage et même toutes les fois que l'air est électrisé, ce qui est après tout son état normal : dans ces conditions, les matières organiques en contact avec l'air absorbent très-probablement, et cela d'une manière incessante, quelques doses d'azote et d'oxygène. Peut-être même cette absorption d'azote et d'oxygène, jointe aux condensations moléculaires et aux autres changements chimiques développés au sein des tissus sous l'influence de l'effluve électrique, donne-t-elle lieu à des modifications physiologiques correspondantes, qui joueraient un certain rôle dans ces malaises singuliers, manifestés au sein de l'organisme humain pendant les orages.

» Sans nous arrêter davantage sur un point particulier, insistons cependant d'une manière générale sur cette nouvelle cause de fixation de l'azote atmosphérique dans la nature. Elle engendre des produits azotés condensés, de l'ordre des principes humiques, si répandus à la surface du globe. Quelque limités que les effets en soient à chaque instant et sur chaque

point de la superficie terrestre, ils peuvent cependant devenir considérables en raison de l'étendue et de la continuité d'une réaction universellement et perpétuellement agissante. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *De l'origine des ferments organisés*; par M. L. Pasteur (1).

« Dans le courant de cette année, il a paru deux brochures ayant pour objet la génération des organismes inférieurs.

» La première est de M. Fremy. Notre savant confrère paraît s'être proposé seulement de résumer sous une forme nouvelle la part qu'il a prise à la discussion qui eut lieu sur l'origine des ferments en 1871-1872, devant cette Académie.

» M. Fremy, au cours de la discussion, avait annoncé un long Mémoire rempli de faits. J'ai été personnellement très-déçu à la lecture du Traité de M. Fremy. Outre que dans l'ouvrage dont il s'agit mes expériences et les conséquences que j'en ai déduites sont présentées le plus souvent d'une manière qu'il ne m'est pas permis d'accepter, M. Fremy se borne à déduire *a priori* de son hypothèse favorite une suite d'opinions appuyées sur des ébauches d'expériences dont, à mon avis, aucune n'est amenée à l'état de démonstration. Et pourtant, quoi de plus clair que l'objet du débat? Je soutiens, par des expériences qui n'ont pas été contestées, que les ferments organisés vivants proviennent d'êtres également vivants et que les germes de ces ferments sont en suspension dans l'air ou à la surface extérieure des objets. M. Fremy prétend que ces ferments se forment par la force de l'hémiorganisme s'exerçant sur les matières albuminoïdes au contact de l'air.

» Précisons par deux exemples :

» Le vin est fait par une levûre, c'est-à-dire par de petites cellules végétales qui se multiplient par bourgeonnement. Suivant moi, les germes de ces cellules pullulent à l'automne à la surface des grains de raisin et du bois de leurs grappes. Les preuves que j'en donne ont la clarté de l'évidence. Suivant M. Fremy, les cellules de levûre naissent, par génération

(1) Cette Note est extraite d'un ouvrage qui paraîtra à la librairie Gauthier-Villars, le 17 du mois courant, ayant pour titre : *Études sur la bière; ses maladies; causes qui les provoquent. Procédé pour la rendre inaltérable. Avec une théorie nouvelle de la fermentation*, par M. L. Pasteur.

spontanée, c'est-à-dire par la transformation des matières azotées contenues dans le suc du raisin dès qu'on expose ce suc au contact de l'air.

» Du sang coule d'une veine, il se putréfie et se remplit promptement de bactéries ou de vibrions. Suivant moi, les germes de ces bactéries et de ces vibrions ont été apportés par les poussières en suspension dans l'air ou répandues à la surface des objets : poussières sur le corps de l'animal sacrifié, poussières sur les vases employés, etc. M. Fremy prétend, au contraire, que ces bactéries ou ces vibrions sont nés spontanément, parce que l'albumine, la fibrine du sang, ont en elles-mêmes une demi-organisation qui fait que, au contact de l'air, elles se transforment spontanément en ces petits êtres si agiles.

» M. Fremy prouve-t-il son opinion? En aucune manière; il se borne à affirmer que les choses sont ce qu'il dit qu'elles sont. Sans cesse, il parle de l'hémiorganisme et de ses effets; nulle part on ne trouve une preuve expérimentale à l'appui de son affirmation. Il y a cependant un moyen bien simple de prouver l'hémiorganisme, et sur lequel, M. Fremy et moi, nous sommes tout à fait d'accord. Ce moyen consiste à retirer des portions de jus de raisin, de sang ou d'urine, etc., de l'intérieur même des organes qui renferment ces liquides, en évitant seulement le contact des poussières de l'air ou de celles des objets. Dans l'hypothèse de M. Fremy, ces liquides doivent nécessairement fermenter en présence de l'air pur. Pour moi, c'est l'inverse qui doit avoir lieu. Voilà bien l'expérience décisive et cruciale entre les deux théories. M. Fremy ne conteste pas qu'il y a là, entre nos opinions, un *criterium* de la vérité. Or j'ai publié, le premier, des expériences instituées d'après cette méthode si probante, en 1863 et en 1872. Le résultat a été celui-ci : dans les vases pleins d'air, mais d'air privé de ses poussières, le suc de raisin n'a pas fermenté, c'est-à-dire n'a pas donné les levûres du vin ; le sang ne s'est pas putréfié, c'est-à-dire qu'il n'a donné ni bactéries ni vibrions; l'urine n'est pas devenue ammoniacale, c'est-à-dire qu'elle n'a fourni aucun organisme. Nulle part, en un mot, la naissance de la vie ne s'est manifestée.

» En présence d'arguments aussi irrésistibles, M. Fremy répète que ces résultats, qu'il déclare être accablants pour sa théorie, s'expliquent cependant par cette circonstance que l'air de mes vases, pur au début, se modifie tout de suite chimiquement au contact du sang, de l'urine, du jus de raisin, que l'oxygène est changé en acide carbonique, et que, dès lors, l'hémiorganisme ne peut plus exercer sa puissance. Je suis fort surpris de cette affirmation, car M. Fremy ne peut ignorer que, dès 1863, j'ai donné des analyses de

l'air de mes vases après que ceux-ci furent restés stériles pendant plusieurs jours, pendant dix, vingt, trente et quarante jours, aux plus hautes températures de l'atmosphère, en présence de l'oxygène, souvent même dans des proportions presque identiques à celles où on le trouve dans l'air atmosphérique (1). Pourquoi M. Fremy n'a-t-il pas cité ces analyses? C'était le point capital, essentiel. D'ailleurs, si M. Fremy veut contrôler la vérité de son explication, il a un moyen simple de rétablir la pureté de l'air dans les vases au contact des liquides, c'est de faire passer un courant lent et continu d'air pur, jour et nuit, dans ces vases. Or cela je l'ai fait cent fois et j'ai reconnu que la stérilité des liquides putrescibles ou fermentescibles reste entière.

» L'hémiorganisme est donc une hypothèse absolument insoutenable.

» Je serais heureux que la rigueur de mes études, sur le point dont il s'agit, pût trouver grâce devant M. Fremy et qu'il leur accordât la faveur qui ne leur manque pas à l'étranger. De l'autre côté du Rhin, y a-t-il aujourd'hui une seule personne qui soutienne les opinions de Liebig dont l'hémiorganisme de M. Fremy n'est qu'une variante?

» La seconde publication dont j'ai à entretenir l'Académie est du célèbre physicien anglais, M. John Tyndall. Elle a été lue à la Société Royale de Londres, dans la séance du 13 janvier de cette année.

« L'extrait suivant d'une Lettre que M. Tyndall m'a fait l'honneur de m'écrire, à la date du 16 février dernier, fait connaître à quelle occasion ont été entreprises les recherches de l'illustre successeur de Faraday à l'Institution royale :

« Pendant ces dernières années, un certain nombre d'ouvrages portant les titres de : *Les commencements de la vie; l'évolution* ou *l'origine de la vie*, etc., » ont été publiés en Angleterre par un jeune médecin, le Dr Bastian. Le même auteur a aussi publié un nombre considérable d'articles dans diverses revues et journaux. La manière très-circonstanciée avec laquelle il décrit ses expériences et le ton d'assurance avec lequel il avance ses conclusions ont produit une impression immense sur le public anglais comme sur le public américain. Ce qu'il y a de plus grave, au point de vue pratique, c'est l'influence que ces écrits ont exercée sur le monde médical. Il a attaqué vos travaux avec une grande vivacité, et, bien qu'il n'ait produit qu'une légère impression sur ceux qui les connaissent à fond, il en a produit une très-grande, et j'ajouterai très-fâcheuse sur les autres.

» La confusion et l'incertitude ont fini par devenir telles, qu'il y a six mois j'ai pensé que ce serait rendre service à la Science, en même temps que justice à vous-même, que de soumettre la question à une nouvelle investigation. Mettant à exécution une idée que j'avais

---

(1) Voir *Comptes rendus*, t. LVI, p. 734, année 1863.

eue il y a six ans, et dont les détails sont indiqués dans l'article du *British medical Journal*, que j'ai eu le plaisir de vous envoyer, j'ai parcouru une grande partie du terrain sur lequel s'était établi le Dr Bastian, et réfuté, je crois, beaucoup des erreurs qui avaient égaré le public.

» Le changement qui s'est opéré dès lors dans le ton des journaux de médecine de l'Angleterre est tout à fait digne de remarque, et j'incline à penser que la confiance générale du public dans l'exactitude des expériences du Dr Bastian a été considérablement ébranlée.....

» Je suis dans l'intention de poursuivre ces recherches jusqu'à ce que j'aie dissipé tous les doutes qui ont pu s'élever au sujet de l'inattaquable exactitude de vos conclusions.... »

» Je n'ai pas besoin de dire la vive satisfaction que j'ai éprouvée à la lecture de cette Lettre, en apprenant que mes études venaient de recevoir l'appui des investigations d'un savant, renommé par sa rigueur expérimentale autant que par la brillante et pittoresque clarté de tous ses écrits. La récompense, comme l'ambition du savant, est de conquérir l'approbation de ses pairs ou celle des maîtres qu'il vénère.

» M. Tyndall a observé ce fait remarquable que, dans une caisse dont les parois sont enduites de glycérine, et dont les dimensions variables pourraient être très-grandes, toutes les poussières en suspension dans l'air de la caisse tombent et viennent se fixer sur la glycérine, dans un intervalle de quelques jours. L'air de la caisse se trouve alors aussi pur que celui de nos ballons à deux tubulures. En outre, un faisceau de lumière peut indiquer le moment où cette pureté est obtenue. M. Tyndall a prouvé, en effet, que le faisceau est visible, pour un œil rendu sensible par un court séjour dans l'obscurité, tant qu'il existe des poussières flottantes propres à réfléchir ou à diffuser la lumière et qu'il devient, au contraire, tout à fait obscur et invisible quand l'air a laissé tomber entièrement ses particules solides. A ce terme, qui arrive promptement (en deux ou trois jours, pour une des caisses dont s'est servi M. Tyndall), on constate que des infusions organiques quelconques se conservent dans les caisses sans éprouver la moindre altération putride, sans donner naissance à des bactéries. Celles-ci pullulent, au contraire, dans de semblables infusions après un intervalle de deux à quatre jours, si les vases qui les contiennent sont exposés à l'air qui entoure les caisses. »

M. **Fremy**, à la suite de la Communication de M. Pasteur, prononce les paroles suivantes :

« Je ne répondrai pas à M. Pasteur, parce que les arguments qu'il me serait si facile de lui opposer se trouvent dans la brochure que je viens de

publier chez mon éditeur M. G. Masson, sous le titre de : *La génération des ferments*; j'aurai l'honneur d'offrir ce travail à tous mes confrères de l'Académie, qui pourront juger, avec les pièces du débat sous les yeux, de quel côté est la vérité. »

« M. **Alph. de Candolle** communique les résultats d'une recherche qu'il a faite sur la question, dont on ne s'est pas encore occupé, de savoir si l'âge d'un arbre influe sur l'époque moyenne de l'épanouissement de ses bourgeons. Il a suivi pour cela deux méthodes.

» La première consiste à comparer des arbres d'une même espèce, déjà grands, afin que leurs branches soient à peu près à la même distance du sol, dans une même localité et la même année. N'ayant pas autour de lui de vieux arbres dans ces conditions, M. de Candolle s'est adressé aux directeurs de deux des plus anciens jardins botaniques de l'Europe, le Muséum de Paris et le jardin de Pise. M. Decaisne a bien voulu répondre, en 1875, que sur cinq pieds, très-vieux, de *Robinia*, *Paulownia*, *Catalpa*, *Planena* et *Stryphnolobium*, il ne voyait aucune différence de feuillaison avec des individus moins âgés. M. Caruel a remarqué, au contraire, deux arbres très-vieux du jardin de Pise (*Gincko* et *Juglans*) plus hâtifs que les jeunes, et quatre autres (*Marronnier*, *Sophora*, *Tilia glabra* et *Paulownia*) plus tardifs. Ces résultats opposés permettent de croire qu'il existe une diversité selon les espèces; mais, d'un autre côté, la méthode n'est pas sûre, à cause de la tendance, assez souvent observée, de quelques pieds à se feuiller avant ou après ceux de la même espèce placés semblablement.

» La deuxième méthode, évidemment préférable, consiste à observer un même arbre pendant une longue série d'années. On ne possède guère d'observations de cette nature, car les tableaux publiés sous l'influence de Quetelet ne datent pas de plus de 35 ans, pour les espèces les plus anciennement observées, et les observateurs n'ont pas dit s'ils ont noté la feuillaison toujours sur le même individu, à la même distance du sol. Heureusement il s'est trouvé, à Genève, deux longues séries d'observations faites sur deux marronniers (*Æsculus Hippocastanum*) de la promenade de la Treille. La feuillaison d'un de ces arbres a été notée depuis 1808, par M. Rigaud, propriétaire de la maison voisine, ensuite par son fils, ancien président de la Cour de justice, et par son petit-fils, M. Charles Rigaud, qui continue avec le même soin. L'autre arbre, situé en face d'une des fenêtres de l'Hôtel de Ville, a été observé depuis 1819 par les fonctionnaires ou employés de la Chancellerie. Il y a donc 68 et 57 ans de bonnes observa-

tions, ce qui n'existe probablement nulle part ailleurs pour aucune espèce. Les résultats concordent pour ces deux marronniers, qui doivent avoir été plantés en 1721. Ils ont été observés à la hauteur d'un deuxième étage. Pendant 68 ans, l'arbre Rigaud s'est feuillé en moyenne le 95^{e} jour de l'année (exactement 94^{j},9), ce qui répond au 5 avril d'une année ordinaire et au 4 avril d'une année bissextile. En comparant des périodes égales, plus elles sont longues, et par conséquent dégagées des variations annuelles, plus les dates moyennes de feuillaison se rapprochent de la moyenne générale.

» Les périodes de 17 ans présentent des irrégularités : 95^{e}, 94^{e}, 96^{e}, 94^{e} jour, mais deux périodes de 34 ans chacune donnent des chiffres déjà presque identiques. La première indique 94^{j},70; la seconde, 95,09, différence de + 0^{j},39, soit moins d'une demi-journée, quantité que l'observation ne permettrait pas de constater directement et qu'on peut tenir pour nulle. Ainsi, des marronniers de 100 à 160 ans, n'éprouvent ni retard ni avance par l'effet de l'âge.

» Un pied de vigne (chasselas doré) a été observé pendant 33 ans, à Ostende, par MM. Macleod et Lansweert. D'après les dates communiquées à M. de Candolle, cette vigne, âgée de 32 ans lorsqu'on a commencé à l'observer, est devenue de plus en plus hâtive, du moins s'il est permis de considérer des périodes successives de 11 ans ou de 16 à 17 ans comme suffisantes pour éliminer l'effet des variations annuelles de température, ce qui est douteux. Dans la première série de 11 ans, la feuillaison a été, en moyenne, le 127^{e} jour de l'année; dans la deuxième, le 120^{e}; dans la troisième, le 106^{e}. Elle a été, pour les 16 premières années, le 126^{e} jour (exactement 125,8) et, pour les 17 dernières années, le 109^{e} (exactement 109,2); accélération, comme on voit, notable et régulière. Il s'agit d'un cep palissadé contre un mur, dans un pays qui est au nord-ouest de la limite actuelle de la vigne.

» La question, comme on voit, n'est pas résolue d'une manière générale. Il paraît cependant que, pour certaines espèces, le marronnier, par exemple, l'âge n'influe pas, tandis que, pour d'autres, comme la vigne, il y aurait une influence des années, tantôt pour retarder et tantôt pour avancer l'époque de la feuillaison. Les documents vont être publiés en détail, à Genève, dans les *Archives des Sciences physiques et naturelles*. Il faut espérer qu'ils feront découvrir des documents analogues, aujourd'hui inconnus, dont on pourra se servir comme de termes de comparaison. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur le déplacement des raies dans les spectres des étoiles, produit par leur mouvement dans l'espace.* Note de M. **W. Huggins.**

« J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie quelques mots en réponse à la Lettre du P. Secchi lue à la séance du 3 avril. M. Christie vient de communiquer à la *Royal Astronomical Society* un sommaire des résultats nouvellement obtenus à Greenwich, qui s'accordent d'une manière très-frappante avec les observations que j'avais faites sur les mêmes étoiles (1). Il est vrai que d'abord il y avait des divergences et même des contradictions dans les observations faites à Greenwich; mais elles provenaient presque entièrement de ce que l'appareil dont on se servait n'était pas assez parfait pour des observations d'une nature aussi délicate. M. Christie a confronté dans le tableau suivant ses résultats avec les miens. Il marque avec le signe + les cas d'éloignement, et avec le signe — les cas de rapprochement. Les nombres indiquent la vitesse de rapprochement ou d'éloignement exprimée en milles anglais par seconde.

Étoiles.	Huggins.	Greenwich.
α Andromedæ	—	—
Aldebaran	+ ?	+
Capella	+	+ 20
Rigel	+	+
Betelgeuse	+ 22	+
Sirius	+ 18 ... 22	+ 25
Castor	+ 23 ... 28	+ 25
Procyon	+	+ 43
Pollux	— 49	—
Regulus	+ 12 ... 17	+ 30
γ Leonis	— ?	— 60
β Ursæ Majoris	+ 17 ... 21	+ 20
α Ursæ Majoris	— 46 ... 60	— 40
β Leonis	+ ?	—

(1) Le P. Secchi dit, p. 762 : « M. Huggins reprit peu après la question.... » L'application du spectroscope au mouvement des corps célestes fut originale de ma part. Il est vrai que le Mémoire renfermant les résultats négatifs du P. Secchi a paru dans les *Comptes rendus* du 2 mars 1868, tandis que mon Mémoire a été présenté à la *Royal Society* le 23 avril 1868; mais les observations qui y sont décrites avaient été faites l'année précédente, et l'idée de la méthode était familière au Dr W.-A. Miller et à moi lorsque nous fîmes nos premières comparaisons des spectres des étoiles avec les spectres terrestres en 1862-1863. Voir *Phil. Trans.*, *Royal Society*, 1864, p. 413, et 1868, p. 529.

Étoiles.	Huggins.	Greenwich.
γ Ursæ Majoris......	+ 17 ... 21	+ ?
Spica............	+	+
η Ursæ Majoris......	+ ?	—
Arcturus.........	— 55	— 35
ε Boötes...........	— ?	— 8
α Coronæ..........	+	+ ?
Vega.............	— 44 ... 54	— 37
α Cygni............	— 39	— 50
α Pegasi...........	—	— 27

» M. Christie résume ses résultats en ces mots :

« Malgré les difficultés d'observation, on est très-satisfait de constater que sur les 23 étoiles il y a seulement deux cas de désaccord pour la direction, et dans ces deux cas le Dr Huggins a dit qu'il n'était pas content de ses observations, et même à Greenwich les observations jusqu'à présent ne suffisent pas. »

» Les vitesses mêmes s'accordent autant que l'on peut l'espérer dans des observations aussi délicates.

» Dans ces derniers jours on a observé à Greenwich le déplacement des raies dans le spectre de Vénus; il s'accorde en direction avec le mouvement connu de cette planète.

» Il n'est pas nécessaire de chercher les causes de l'insuccès du P. Secchi : il me suffit de dire que, dès le commencement de mes observations, j'ai regardé comme une des premières et des plus indispensables précautions celle de m'assurer qu'aucun changement sensible ne se laissait observer dans la position de la raie par les mouvements de la lunette.

» Le P. Secchi dit : Nous acquîmes la conviction que la raie pouvait » paraître constamment d'un côté ou de l'autre, selon la disposition de l'in- » strument, sans que l'observateur eût un indice assez sûr pour reconnaître » l'illusion dont il était victime. » Une telle illusion était à peine possible dans la méthode que j'ai employée, car dès le commencement j'ajoutai aux autres précautions celle de diriger souvent la lunette vers la Lune sans aucun dérangement de l'instrument.

» La raie triple *b* s'accordait toujours parfaitement avec les trois raies brillantes du magnésium. Quand la lunette était de nouveau dirigée vers l'étoile, on trouvait le même déplacement que celui que l'on avait observé d'abord.

» Je ne parlerai pas des soins tout particuliers qu'il faut apporter lorsqu'on fait la comparaison d'une raie stellaire « large et estompée à son

bord » avec la raie plus ou moins large β du gaz hydrogène, parce que les comparaisons de plusieurs des étoiles observées se sont faites avec les raies nettes et étroites du magnésium et du sodium.

» Le déplacement dans le spectre d'Arcturus a été observé non-seulement dans le cas de la raie F comparée à la raie de l'hydrogène, mais un déplacement tout semblable s'est montré lorsqu'on a comparé la raie *b* avec les trois raies du magnésium, et la raie D avec les deux raies du sodium.

» Ces observations sont nécessairement, par leur nature même, d'une délicatesse extrême, et l'on ne peut espérer réussir qu'en y apportant tous les soins et toutes les précautions possibles. »

PHYSIQUE. — *Examen de l'action mécanique possible de la lumière. Étude du radioscope de M. Crookes.* Note de M. A. **Ledieu.** (Suite.) (1)

« Lorsque j'eus exposé à M. Fizeau ma théorie, l'éminent académicien me proposa de faire une expérience en polarisant un faisceau lumineux. De cette façon, en effet, conformément à ma théorie, nous devions obtenir une impulsion minimum, sinon nulle, lorsque le plan de polarisation renfermant les vibrations, devenues alors toutes rectilignes et parallèles entre elles, serait amené à passer par l'axe du tourniquet. Au contraire, une impulsion maximum devait avoir lieu pour une orientation à 90 degrés de la première position.

» Cette expérience fut faite avec un excellent modèle sortant des ateliers de M. Alvergniat, mais elle ne donna aucun résultat concluant. M. Fizeau fit alors tomber un faisceau lumineux ordinaire exclusivement sur les faces noires; il obtint ainsi un mouvement plus accéléré que dans le cas où le faisceau tombait sur les deux sortes de faces à la fois. Il opéra ensuite d'une manière analogue sur les faces polies, en ayant bien soin en outre, cette fois, d'incliner le faisceau de façon qu'il n'y eût aucune réflexion allant directement des faces polies sur les faces noires. Le tourniquet n'en continua pas moins à tourner, mais avec une rotation notablement réduite.

(1) Voir le numéro précédent des *Comptes rendus.*

Nota important. — Au moment où nous terminons notre Communication, nous recevons la nouvelle que M. Salleron a parfaitement réussi l'expérience indiquée ci-après de la rotation du tourniquet sous l'action d'un faisceau lumineux tombant dans le sens même de l'axe de rotation. Nous donnerons dans la prochaine séance les détails de cette intéressante expérience, entreprise conformément au programme que nous avions envoyé de Brest.

» Cette dernière expérience porterait à condamner tout actinisme de la lumière, puisque celle-ci attirerait dans un cas et repousserait dans un autre. Ma théorie semble donc confondue par un pareil résultat, aussi bien du reste que toute autre explication d'ordre mécanique s'appuyant sur la doctrine de l'émission.

» Mais, en examinant les choses de plus près, on est amené à remarquer que, dans toutes les expériences que nous venons de relater, il y a réflexion des rayons de lumière sur le *verre* de l'ampoule, et que, en outre, lorsque ces rayons sont polarisés, le plan de polarisation cesse, après la réflexion, de se présenter dans la même direction par rapport aux faces des ailettes. Nous sommes donc amené à conclure qu'il faut absolument de nouvelles expériences pour élucider la question. Avant d'indiquer en quoi consisteraient selon nous ces nouvelles expériences, nous citerons textuellement l'opinion que M. Fizeau nous a transmise à la suite des ess aissus-relatés :

« La rotation de l'appareil de M. Crookes sous l'influence de la lumière ne me paraît pas pouvoir être attribuée à une force impulsive des rayons. Cela résulte de ce que le sens de la rotation y est le même lorsqu'un faisceau de lumière tombe soit sur la face noircie d'une ailette, soit sur la seconde face polie. Si, dans le premier cas, l'ailette fuit le rayon comme si elle était poussée par lui, elle marche au contraire au-devant de lui dans le second cas, comme si elle en était attirée. Les effets observés me paraissent devoir trouver leur explication : 1° dans l'état thermique pris par l'ailette sous l'influence des rayons; 2° dans les pouvoirs émissifs et absorbants très-inégaux des deux faces, l'une noircie, l'autre polie; 3° dans la présence de la faible quantité de gaz et de vapeur d'eau, que l'appareil ne peut manquer de renfermer encore, bien que le vide y ait été fait avec soin. »

» Cette opinion, émanant d'un savant aussi distingué, doit être prise en grande considération. Néanmoins, devant la *régularité*, la *netteté* et la *sûreté* de la rotation du tourniquet, toujours dans un même sens voulu, l'explication précédente ne nous satisfait pas entièrement, et le débat ne nous semble pas clos. Il nous paraît, en conséquence, indispensable de soumettre le radioscope aux nouvelles expériences suivantes, que notre éloignement momentané de Paris ne nous a pas encore permis d'entreprendre :

» 1° Corroborer ma théorie en éclairant un radioscope ordinaire, c'est-à-dire avec palettes à faces alternées polies et noires, dans la direction même de l'axe du tourniquet; celui-ci devra tourner dans le même sens que lorsque le faisceau éclaire perpendiculairement audit axe, et même la rotation devra être plus accélérée;

» 2° Construire un appareil dont toutes les palettes demeureront polies,

de façon à réduire au minimum l'influence des réflexions sur le verre de l'ampoule; puis faire tomber un faisceau lumineux sur les palettes, situées d'un seul et même côté par rapport à l'axe du tourniquet. Si la rotation est réellement due à l'action mécanique de la lumière, le tourniquet devra tourner comme si les palettes étaient repoussées par les rayons lumineux.

» Si ce nouvel essai donnait de bons résultats, il y aurait lieu de joindre, aux expériences déjà faites avec les divers rayons du spectre lumineux et du spectre calorifique, des essais sur des radioscopes avec palettes coloriées en jaune de chrome, en violet, etc., afin d'apprécier les différences d'actinisme par rapport à ces diverses couleurs. Enfin, il faudrait associer à l'étude détaillée des mouvements du tourniquet les beaux travaux de M. Desains sur la chaleur rayonnante et sur le rayonnement solaire.

» Je demande pardon à l'Académie d'insister autant sur la question; mais la discussion est loin d'être épuisée; et si, à l'impossible, ma théorie venait à être confirmée, on arriverait aux importantes conclusions que voici :

» 1° La Terre reçoit constamment l'action calorifique et lumineuse du Soleil, suivant la ligne qui joint le centre des deux astres. Or, si cette action se faisait sentir à la manière des forces mesurables dynamométriquement, et avait sa direction dans le sens des rayons de propagation, ainsi que le voudrait la théorie newtonienne, il est infiniment probable que sa loi serait différente de celle de l'attraction, et que son influence se serait manifestée depuis longtemps sous la forme d'une perturbation inexplicable par les formules habituelles.

» Dans ma théorie, au contraire, les impulsions dues à la lumière et à la chaleur étant normales aux rayons de propagation, il en résulte, eu égard au parallélisme sensible des rayons solaires actionnant la Terre, que ces impulsions se détruisent deux à deux. Dès lors, le mouvement d'ensemble de la Terre ne saurait être affecté par l'actinisme du Soleil.

» Bien plus, on aurait là une explication toute naturelle de la forme des queues des comètes, au lieu d'avoir recours, pour cette explication, à l'hypothèse peu satisfaisante d'une force répulsive dirigée suivant la ligne qui va du Soleil à l'astre, proportionnelle aux surfaces actionnées, se superposant dans ses effets à la gravitation universelle, et enfin susceptible d'être interceptée par un écran.

» Il suffirait de remarquer que, dans ma théorie, la matière des comètes se trouverait comprimée par une série d'impulsions dues aux rayons lu-

mineux émanant du Soleil, et agissant perpendiculairement à la direction de ces rayons. Cette compression se trouverait, en outre, proportionnelle aux surfaces pressées, et elle serait interceptable par un écran, comme dans la supposition précédente. Par ailleurs, elle tendrait à déformer la chevelure pour produire la queue, en combinant son action avec celle de la résistance que l'éther oppose à la translation de la comète, et qui augmente à mesure que l'astre approche de son périhélie.

» Il nous reste à expliquer maintenant comment nous ferions cadrer, avec nos présentes explications, les premières bases de notre théorie vibratoire de la chaleur énoncées dans les *Comptes rendus* du deuxième semestre 1873. Nous avions alors, à l'encontre de notre opinion actuelle, émis l'hypothèse que le calorique ne saurait engendrer directement un mouvement *d'ensemble;* mais, en revoyant ces bases d'après les nouveaux horizons que nous a ouverts l'étude du radiomètre Crookes, nous nous sommes bien vite aperçu que l'hypothèse en question est *suffisante* pour l'établissement de notre théorie vibratoire, mais aucunement *nécessaire*.

» Et effectivement, dans cette théorie, nous prenons comme point de départ que toutes les actions moléculaires extérieures appliquées à un corps se décomposent, en principe, en forces *mesurables dynamométriquement* et en forces *vibratoires*. Les premières de ces forces sont caractérisées par la propriété d'avoir la somme de leurs travaux élémentaires vibratoires constamment nuls, au moins en moyenne, tout en possédant une valeur déterminée pour leurs travaux relatifs aux mouvements d'ensemble et de changement de disposition intérieure. En d'autres termes, elles ne produisent *directement* que du travail dynamométrique.

» Les forces vibratoires, au contraire, ont leurs travaux élémentaires relatifs aux mouvements d'ensemble et de changement de disposition intérieure sans cesse moyennement nuls, leurs travaux vibratoires ayant seuls une valeur déterminée; autrement dit, elles ne produisent *directement* que du travail vibratoire.

» Or, cette conception n'implique nullement la *nécessité* qu'un système dont tout le mouvement se réduit à des vibrations lumineuses ou calorifiques n'agisse sur un système matériel voisin qu'en y développant des forces moléculaires vibratoires. S'il n'agit que de la sorte, cela prouve que son action consiste exclusivement en communication de chaleur au second système; mais rien ne s'oppose à ce qu'il y ait à la fois développement des deux espèces de forces en question. Le premier résultat conviendrait à la supposition où les vibrations du système actionnant seraient orientées dans

tous les sens les unes par rapport aux autres, comme pour la chaleur statique; le second cas aurait lieu particulièrement quand les vibrations dudit système seraient parallèles entre elles, comme pour la lumière et la chaleur rayonnante. »

GÉOGRAPHIE. — *Sur la création d'un Comité international pour l'exploration scientifique de l'isthme américain, au point de vue de l'étude d'un canal maritime.* Note de M. **Ferd. de Lesseps**.

« Le projet d'un canal maritime entre l'océan Atlantique et l'océan Pacifique, à travers l'isthme américain, dans les régions les plus favorables à l'établissement d'une communication directe entre les deux mers, a depuis longtemps sollicité l'attention du monde entier.

» A peine avait-on déterminé les contours géographiques des deux Amériques, que l'idée était venue de supprimer les entraves que le grand isthme opposait à la circumnavigation du globe. Dans les deux derniers siècles, les projets de percement de canaux maritimes se sont succédé; ils sont devenus d'autant plus nombreux que l'on se rapproche davantage de l'époque présente.

Malheureusement l'insuffisance des notions d'ensemble sur la topographie des diverses régions du grand isthme américain est telle, qu'aucun groupe savant, aucune notoriété de la science géographique n'ont osé formuler une appréciation définitive pour donner la préférence à l'un de ces projets.

» Cependant, au point de vue géographique et en écartant même la solution du problème de la circumnavigation universelle dans la zone la plus favorable aux relations commerciales des peuples, il n'est pas de question plus intéressante à étudier que celle de la détermination géographique du territoire qui pourra être considéré comme l'un des deux centres naturels de tout le mouvement maritime du globe.

» En vertu de ces considérations, la Commission de géographie commerciale a accueilli et a approuvé l'idée de procéder à une exploration topographique, botanique, zoologique et ethnologique du grand itshme américain, sous la réserve toutefois que l'initiative de cette exploration n'appartiendrait ni à un groupe, ni même à un pays, mais qu'elle s'opérerait avec le concours de toutes les nations civilisées.

» Sur le rapport qui lui a été adressé à ce sujet par l'un de ses membres, M. Drouillet, qui a procédé à l'examen sommaire des principaux projets

de percement de l'isthme interocéanique, la Commission de géographie commerciale, se référant au vœu exprimé par le cinquième groupe du Congrès international des sciences géographiques, groupe dont la plupart des membres composaient la Section française, a pensé qu'il était de son devoir de poursuivre la réalisation de ce vœu, formulé dans les termes suivants :

« Il est à souhaiter que les États intéressés à la grande entreprise de l'ouverture d'un canal interocéanique en poursuivent les études avec le plus d'activité possible et s'attachent aux tracés qui présentent à la navigation la plus grande facilité d'accès et de circulation. »

» C'est dans ces conditions que la Commission de géographie commerciale a voulu saisir de la question tous les groupes savants des États intéressés à l'entreprise et que, profitant de l'initiative qui lui a été laissée par la Société de Géographie de Paris, elle a formé le noyau de la Section française du Comité international qu'elle conviait à l'examen du problème avec la pensée que chacune des Sociétés de Géographie instituées dans les différents États procéderait à la constitution d'un groupe analogue.

» De l'ensemble et de l'accord de tous les groupes résulterait un Comité général ou plutôt un Congrès scientifique international, chargé d'aviser à la réalisation d'une reconnaissance géographique aussi rigoureuse et aussi complète que possible du grand isthme américain.

» Les membres français désignés par la Commission de géographie commerciale sont :

MM.

Ferd. de Lesseps, membre de l'Institut et de la Société de Géographie, Président.

L'amiral baron de la Roncière Le Noury, sénateur, président de la Société de Géographie, Vice-Président.

Meusand, directeur des Consulats au ministère des Affaires étrangères, président de la Commission de géographie commerciale, Vice-Président.

Le baron de Watteville, chef de division des Sciences et Lettres au Ministère de l'Instruction publique.

Delesse, ingénieur en chef des Mines, membre de la Société de Géographie.

Maltebrun, président de la Commission centrale de la Société de Géographie.

Levasseur, membre de l'Institut et de la Société de Géographie.

Daubrée, membre de l'Institut et de la Société de Géographie.

Foucher de Careil, sénateur, membre de la Société de Géographie.

Cotard, ingénieur, membre de la Société de Géographie.

Henri Bione, officier de marine, membre de la Société de Géographie.

Maunoir, secrétaire général de la Société de Géographie.

Hertz, secrétaire général de la Commission de géographie commerciale.

Léon Drouillet, ingénieur, membre de la Société de Géographie, Secrétaire du Comité.

» Le Comité émané de la Société de Géographie et formé par la Commission de géographie commerciale fonctionne, dès à présent, sous le titre de *Section française du Comité international d'étude, pour l'exploration de l'isthme américain en vue du percement d'un canal interocéanique.*

» La Section française a notifié sa constitution à toutes les Sociétés ou Institutions géographiques, que la Commission de géographie commerciale avait déjà saisies de la question.

» J'espère que l'Académie des Sciences, à laquelle seront soumis les résultats scientifiques qui seront obtenus par le Comité, accueillera cette Communication avec un bienveillant intérêt. »

M. **Resal**, en présentant à l'Académie le quatrième et dernier volume de son *Traité de Mécanique générale*, s'exprime ainsi :

« Ce volume comprend la cinquième et la sixième partie de l'ouvrage.

» La cinquième a pour titre : *Des moteurs animés, de l'eau et du vent comme moteurs, des machines hydrauliques et élévatoires.*

» La sixième comprend : 1° la construction des chaudières et l'étude des questions qui se rapportent aux générateurs, à leurs foyers et à leur alimentation; 2° la théorie des pistons des machines à vapeur et celle des distributions les plus usitées; 3° la solution des questions relatives au rendement de ces machines, considérée au double point de vue thermique et économique, la description et la discussion des principaux types de machines à vapeur, notamment des machines à admissions et échappements indépendants qui sont maintenant à l'ordre du jour; 4° la description et l'étude des principales machines à air chaud et à gaz. »

M. **Cosson** met sous les yeux de l'Académie un petit appareil de son invention pouvant s'appliquer à toutes les cartouches, et qu'il a nommé *obturateur-inflammateur central.* Au moyen de cet appareil, avec le fusil de chasse Lefaucheux, il a obtenu des pénétrations supérieures d'un cinquième à celles produites, à égalité de charge, avec des cartouches semblables employées sans l'obturateur.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de présenter une liste de candidats pour la place d'Académicien libre, laissée vacante par le décès de M. le baron *Séguier.*

Cette Commission doit se composer de deux Membres pris dans les Sections de Sciences mathématiques, de deux Membres pris dans les Sections de Sciences physiques, de deux Membres pris parmi les Académiciens libres, et du Président de l'Académie.

Au premier tour de scrutin, les Membres qui obtiennent la majorité des suffrages sont :

Dans les Sections de Sc. mathématiques,	M. Becquerel	28 suffr.
»	M. Dupuy de Lôme. .	24 »
Dans les Sections de Sciences physiques,	M. Chevreul	38 »
»	M. Decaisne.	25 »
Parmi les Académiciens libres,	M. Larrey	33 »
»	M. Bréguet	31 »

En conséquence, la Commission se composera de M. le vice-amiral Pâris, Président de l'Académie, et de MM. Becquerel, Dupuy de Lôme, Chevreul, Decaisne, Larrey et Bréguet.

RAPPORTS.

PHYSIQUE. — *Rapport sur plusieurs Mémoires de M.* Allard, *relatifs à la transparence des flammes et de l'atmosphère et à la visibilité des phares à feux scintillants.*

(Commissaires : MM. Jamin, Puiseux, Ed. Becquerel rapporteur.)

« M. Allard, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, a présenté à l'Académie plusieurs Mémoires relatifs à des recherches expérimentales et théoriques sur la transparence des flammes et de l'atmosphère, ainsi que sur la visibilité des feux scintillants, recherches auxquelles il a été conduit par suite de ses fonctions au Dépôt des phares.

» Les flammes qui sont le plus généralement employées dans les phares proviennent de lampes à becs multiples portant des mèches concentriques dont les dispositions ont été données par Arago et Fresnel, et elles sont destinées à être placées au centre des systèmes lenticulaires que l'on doit au génie de Fresnel.

» Le nombre de mèches concentriques dont sont formés les becs varie de 1 à 6, suivant la quantité de lumière dont on a besoin, et qui, dans ce dernier cas, peut être équivalente à celle que donneraient 50 becs Carcel,

ou environ à celle de 400 à 450 bougies (1); la combustion des parties intérieures de ces flammes concentriques donne une épaisseur variable aux gaz incandescents qui constituent la source lumineuse.

» En mesurant l'intensité lumineuse des flammes plus ou moins épaisses provenant de la combustion de l'huile minérale en usage maintenant, et suivant le nombre des mèches concentriques, M. Allard a trouvé que ces intensités augmentent un peu moins rapidement que la consommation de l'huile, et en les comparant aux dimensions des flammes, que ces intensités augmentent également avec la surface apparente, tandis qu'elles diminuent par centimètre cube, à mesure que le volume total de la flamme devient plus grand.

» Ces résultats ne peuvent s'expliquer que par un défaut de transparence des flammes, et l'on sait que cette transparence n'est pas parfaite, car les observations de M. Hirn ont montré qu'une épaisseur plus ou moins grande des gaz incandescents qui les composent arrête une certaine quantité des rayons lumineux, qui peut varier suivant les circonstances, soit que ces rayons proviennent de ces flammes elles-mêmes, soit d'un autre foyer lumineux. M. Allard a mis en évidence l'extinction qui se produit alors en mesurant l'intensité lumineuse de flammes à mèches plates, vues de face et de côté, puis, au moyen d'un réflecteur qui envoie vers le foyer la lumière reçue et l'oblige à traverser la même flamme, et enfin en mesurant l'intensité de la lumière émanée d'une source photo-électrique, qui traverse une flamme de grand diamètre. Ses différentes expériences, d'ailleurs concordantes, l'ont conduit à adopter le nombre 0,80 comme valeur moyenne du coefficient de transparence des flammes dont il a fait usage, et rapportée à l'épaisseur de 1 centimètre de flamme traversée par les rayons lumineux.

» En partant de ce coefficient, il a établi des formules théoriques donnant l'intensité effective des différentes flammes, en fonction de leur volume, formules qui se vérifient par expérience, mais à l'aide d'une correction qui consiste à attribuer aux flammes des intensités moyennes augmentant un peu avec leur diamètre.

» Dans un autre travail, M. Allard a pu faire servir à l'étude de la transparence nocturne de l'atmosphère les observations que font les gardiens des phares du littoral sur la visibilité des feux et qui consistent à noter, à

(1) Le bec Carcel, pris ici comme unité, est celui d'une lampe à une mèche qui brûlerait 40 grammes d'huile de colza par heure, et donnerait autant de lumière que 8 à 9 bougies stéariques.

des intervalles déterminés, et plusieurs fois par nuit, les noms des phares visibles à ce moment. Ces observations, suivies pendant plusieurs années, lui ont permis de déterminer quelle est, pour chaque station du littoral de l'Océan et de la Méditerranée, l'état de transparence limite pour lequel un phare cesse d'être vu du lieu d'observation. Il en a déduit les courbes représentant la loi de transparence de l'atmosphère dans ces diverses circonstances et pour les différentes saisons.

» Un certain nombre de phares, que l'on désigne sous le nom de *feux scintillants*, présentent des effets particuliers qui sont obtenus par la rotation plus ou moins rapide d'un système de lentilles à éclats, lesquelles concentrent, dans une direction déterminée, les rayons émanés de la source lumineuse. Or, si l'on fait passer devant l'œil une lentille qui produit un éclat lumineux, l'impression qu'on éprouve va en diminuant à mesure que la vitesse augmente et l'espèce de tremblement qui a lieu quand cette vitesse est faible tend à disparaître lorsque la rotation devient plus rapide; on finit alors par avoir la sensation d'un feu continu qui a à peu près la même intensité, et même un peu moindre, que celle que l'on obtient par une égale répartition, autour de l'horizon, de la lumière formant les éclats.

» M. Allard a rendu compte de ces effets en admettant que, dans la persistance des impressions lumineuses sur la rétine, la loi du décroissement de la sensation est analogue à la loi du refroidissement de Newton, c'est-à-dire est représentée par une fonction exponentielle, et il a pu, dès lors, donner des formules dont la discussion conduit aux mêmes conséquences que l'observation des faits. Il faut remarquer que la rétine se comporterait alors, et ainsi que l'a montré votre rapporteur, comme les corps phosphorescents à courte période quand ils sont préalablement excités par la lumière et qu'ils s'éteignent rapidement dans l'obscurité, puisque, dans ce cas, la loi d'extinction est la même.

» En résumé, votre Commission reconnaît que M. Allard a mis beaucoup de soin et de méthode dans les expériences qui font l'objet de ces recherches et a fait preuve de sagacité dans la discussion des résultats importants auxquels il a été conduit et qui intéressent à un haut degré la construction et l'emploi des phares; en conséquence, elle a l'honneur de vous proposer de vouloir bien ordonner l'insertion des présents Mémoires dans le Recueil des Savants étrangers. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les rapports qui existent entre la théorie des nombres et le Calcul intégral;* par M. E. LUCAS.

(Renvoi à l'examen de M. Puiseux.)

« Le but que nous nous proposons dans cette Note est de montrer l'identité des formules concernant certaines *fonctions numériques* des racines d'une équation du second degré à coefficients commensurables avec celles qui relient entre elles les fonctions circulaires, et d'indiquer, plus généralement, l'identité des formules concernant les fonctions numériques des racines d'une équation algébrique du quatrième degré ou de degré quelconque avec celles qui relient les transcendantes elliptiques ou abéliennes.

» Soient a et b les deux racines de l'équation du second degré, à coefficients entiers et premiers entre eux, et, de plus,

$$a+b=\mathrm{P},\quad ab=\mathrm{Q},\quad a-b=\delta,\quad u_n=\frac{a^n-b^n}{a-b},\quad v_n=a^n+b^n,$$

les fonctions définies par les relations

$$\mathrm{S}(z)=\frac{\delta\sqrt{-1}}{2\mathrm{Q}^{\frac{n}{2}}}u_n,\quad \mathrm{C}(z)=\frac{1}{2\mathrm{Q}^{\frac{n}{2}}}v_n,\quad z=n\log\frac{a}{b}$$

sont entièrement analogues au sinus et au cosinus, et les formules qui les renferment, déduites de celles de la Trigonométrie, conduisent à des propriétés importantes des diviseurs de u_n et de v_n, lorsque n désigne un nombre entier.

» Les formules de l'addition et de la multiplication des arcs conduisent ainsi aux formules

$$(1)\qquad u_{2n}=u_n v_n,\qquad\qquad (2)\qquad v_n^2-\delta^2 u_n^2=4\mathrm{Q}^n,$$

$$(3)\qquad 2u_{m+n}=u_m v_n+u_n v_m,\qquad\qquad (4)\qquad u_n^2-u_{n-1}u_{n+1}=\mathrm{Q}^{n-1}.$$

» Si l'on ne tient pas compte des diviseurs de Q et de δ^2, on en déduit les propositions suivantes :

» 1° Le terme u_{pq} est divisible par u_p et u_q, et par le produit $u_p u_q$, si p et q désignent des nombres premiers entre eux.

» 2° Les nombres u_n et v_n sont premiers entre eux.

» 3° Le plus grand commun diviseur de u_m et u_n est égal à u_d, en désignant par d le plus grand commun diviseur de m et de n.

» 4° En désignant par n un nombre impair, u_n est un diviseur de la forme quadratique $x^2 - Qy^2$.

» Les développements de u_{np} et de v_{np} suivant les puissances de u_n et de v_n, pris séparément ou simultanément, sont entièrement analogues aux formules qui donnent $\sin nx$ et $\cos nx$ en fonction des puissances de $\sin u$ et de $\cos x$, et donnent lieu à un grand nombre de théorèmes concernant les formes quadratiques des diviseurs de u_{np} et de v_{np}.

» On en déduit la *loi de l'apparition* des nombres premiers dans la série récurrente des u_n; cette loi a été donnée par Fermat, lorsque δ est rationnel, et par Lagrange, lorsque δ est irrationnel. L'application de cette loi m'a permis de trouver un *critérium général*, indiquant si une équation numérique donnée, de degré quelconque, à coefficients commensurables, est ou n'est pas *irréductible*.

» Les développements de u_n^p et de v_n^p, en fonction linéaire des termes u et v, dont les rangs sont multiples de n, sont entièrement analogues aux formules de Moivre et de Bernoulli, qui donnent $\sin^p x$ et $\cos^p x$ en fonction des sinus et cosinus des multiples de l'arc x, et conduisent à la *loi de la répétition* des nombres premiers dans les séries des u_n et des v_n. Par exemple, lorsque n désigne le rang du premier terme contenant le facteur premier p à la puissance de λ, le terme u_{pn} sera le premier terme divisible par $p^{\lambda+1}$, et non par une puissance supérieure. Cette loi contient les propositions de MM. Arndt (*Journal de Crelle*, t. 31, p. 260, année 1846) et Sancery (*Bulletin de la Société mathématique*, t. IV, p. 17, année 1876).

» On a encore les propositions suivantes :

» 1° Si p désigne un nombre premier de la forme $4q+1$ ou de la forme $4q+3$, les diviseurs du quotient de u_{pn} par u_n sont des diviseurs de la forme quadratique $x^2 - py^2$ ou de la forme $\delta x^2 + py^2$;

» 2° Si $u_{p\pm 1}$ est divisible par p sans qu'aucun des termes dont le rang est un diviseur de $p \pm 1$ le soit, le nombre p est premier.

» La considération des diviseurs de u_n, lorsque n désigne les multiples ou les puissances d'un nombre premier, ou encore un nombre quelconque, fait voir qu'il y a une infinité de nombres premiers communs aux deux formes $x^2 + Qy^2$ et $x^2 - py^2$, si $p = 4q+1$; et aux deux formes $x^2 + Qy^2$ et $\delta x^2 + py^2$ si $p = 4q+3$: elle donne des démonstrations simples de la loi de réciprocité et du théorème de Dirichlet, et conduit à certaines formules *ne contenant que des nombres premiers*.

» Dans un Mémoire présenté à l'*Académie des Sciences* de Turin (avril 1876), M. Genocchi, qui a bien voulu citer quelques-uns des résultats auxquels j'étais parvenu précédemment, rectifie une assertion de Legendre, que j'avais reproduite, sur le nombre premier $2^{31} - 1$. Il indique encore, suivant une assertion du P. Mersenne, un nombre probablement premier, et contenant 78 chiffres. A ce propos, je ferai observer que j'ai trouvé le plan d'un mécanisme assez simple, qui permettra de vérifier, automatiquement et en très-peu de temps, les assertions du P. Mersenne, et de trouver de très-grands nombres premiers de 80 et même de 100 chiffres compris dans la forme $a^n \pm 1$, a étant égal à 2, 3 ou 5.

» La construction de ce mécanisme permet de calculer rapidement, dans le système binaire de la numération, les résidus des v_n par rapport au nombre dont on cherche la décomposition en facteurs premiers, et repose, d'une part, sur les théorèmes qui précèdent, et d'autre part sur les lois mathématiques de la géométrie du tissage. »

PHYSIQUE. — *Sur les images photographiques obtenues au foyer des lunettes astronomiques.* Note de M. A. Angot.

(Renvoi à la Commission du Passage de Vénus.)

« Dans une précédente Communication (1), j'ai montré comment l'hypothèse d'un cheminement d'action chimique ne pouvait rendre compte du fait de l'agrandissement des images photographiques obtenues au foyer d'une lunette astronomique. Tous les phénomènes, au contraire, s'expliquent simplement par les théories ordinaires de l'optique physique. Si l'on calcule l'intensité de la lumière aux différents points de l'image d'un corps uniformément éclairé, obtenue au foyer d'un objectif aplanétique, on arrive aux conséquences suivantes (2) :

» 1° Dans presque toute l'étendue de l'image géométrique, l'intensité de la lumière est constante; elle décroît *dans l'intérieur même de cette image*, quand on arrive près des bords; au bord géométrique, elle n'est plus que la moitié de ce qu'elle était dans la partie constante; au delà, elle décroît

(1) *Comptes rendus*, séance du 22 mai 1876, p. 1180.

(2) La théorie de ces phénomènes a été donnée d'abord en partie par Schwerd. En employant des méthodes de calcul plus simples et plus élégantes, M. André l'a notablement étendue: c'est sur son travail que je m'appuie pour toute la partie théorique de mes recherches.

progressivement suivant une courbe que la théorie permet de calculer.

2° En prenant toujours pour unité l'intensité lumineuse dans la partie de l'image où elle est constante, la zone de lumière diffractée se représente toujours par la même courbe, quand on fait varier l'ouverture de l'objectif. Il faut seulement, pour avoir les distances au bord géométrique, multiplier par le rapport inverse des ouvertures toutes les abscisses de la courbe.

» La méthode expérimentale décrite précédemment permet de déterminer, dans chaque cas, la différence des dimensions de l'image géométrique et de l'image réelle. En effet, dans tous les cas, la somme des intervalles lumineux et obscur de l'objet photographié est constante et égale à la valeur qu'aurait cette même somme dans l'image géométrique. D'autre part, on peut mesurer directement sur la source lumineuse le rapport de largeur entre les rectangles lumineux et l'intervalle obscur qui les sépare.

» On détermine ainsi en valeur absolue les dimensions qu'aurait l'image géométrique, et on peut leur comparer l'image obtenue dans les différents cas. Cette comparaison a conduit aux principaux résultats suivants :

» I. *Loi de l'intensité.* — En faisant varier l'intensité seule, et laissant constante la durée de pose, on obtient des images d'autant plus grandes que l'intensité est plus grande. On peut déduire, de la mesure de ces photographies, le rapport des intensités aux différents points de l'image, dans sa partie variable.

» Voici le résultat d'une de ces déterminations :

Plaque daguerrienne iodée et bromée (durée de pose, une minute).

Intensité relative.	Distance au bord de l'image géométrique en $\frac{1}{500}$ de millim.	en secondes d'arc.
1	116,1	12",66
4	81,0	8,84
9	41,5	4,52
9,5	39,2	4,27
38	− 22,4	−2,44

» Le signe — indique que le point considéré est en dedans de l'image géométrique. L'expérience montre donc que l'image est généralement dilatée, mais qu'en réduisant suffisamment l'intensité de la lumière on peut obtenir, comme le veut la théorie, des images plus petites que l'image géométrique.

» Les courbes obtenues ainsi ont une analogie frappante avec la courbe

théorique, mais elles sont toujours plus élargies. Cet effet, dû à l'aberration de l'objectif, n'a pas encore été calculé rigoureusement, mais il est facile de voir que c'est bien le sens dans lequel il devait se manifester.

» II. *Loi de la durée de pose.* — Si, laissant constante l'intensité, on se borne à faire varier la durée de pose, on obtient des résultats analogues aux précédents, mais non identiques; l'ensemble des expériences montre que l'influence du temps de pose et celle de l'intensité sont loin d'être réciproques. Une pose de durée 2 avec une intensité réduite à $\frac{1}{2}$ produit une dilatation de l'image notablement moindre que l'intensité 1 avec une durée de pose $\frac{1}{2}$. La différence s'accentue encore à mesure que l'intensité décroît, et, si l'on veut obtenir un effet constant avec une intensité lumineuse de plus en plus faible, il faut que la durée de pose augmente beaucoup plus rapidement que la raison inverse de l'intensité.

» III. *Loi de l'ouverture.* — Pour vérifier la loi de l'ouverture de l'objectif, j'ai réduit celui-ci à moitié, mais en quadruplant l'intensité de la lumière, afin que l'éclat de l'image fût toujours le même dans la partie où l'intensité de la lumière est constante; la durée de pose était alors la même dans les deux cas. Avec ces précautions, le raisonnement montre que, si l'on considère un point où l'intensité lumineuse est dans un rapport déterminé avec l'intensité au centre de l'image, la distance de ce point au bord géométrique doit varier en raison inverse de l'ouverture.

» Je citerai seulement les nombres suivants, obtenus avec des durées de pose et des intensités différentes :

			Excès de l'image sur l'image géométrique	
			en $\frac{1}{500}$ de millim.	en secondes d'arc.
Première expérience		Ouverture 1	27,0	2″,94
		Ouverture $\frac{1}{2}$	43,0	4,69
Deuxième expérience (intensité constante).	Pose, 70 secondes.	Ouverture 1	50,2	5,47
		Ouverture $\frac{1}{2}$	72,0	7,85
	Pose, 40 secondes.	Ouverture 1	28,6	3,12
		Ouverture $\frac{1}{2}$	35,1	3,83

» Bien que les seconds nombres, correspondant à l'ouverture $\frac{1}{2}$, ne soient pas doubles des premiers, l'expérience n'en est pas moins décisive en faveur de la théorie; car l'effet de l'aberration doit diminuer avec l'ouverture de la lunette, et cette diminution aurait pu masquer l'augmentation due à la diffraction.

» IV. *Influence de l'exposition antérieure à la lumière.* — La mesure du

diamètre des planètes, faite pendant le jour, donne un nombre plus petit que l'observation de nuit; car, dans le jour, le fond éclairé du ciel vient masquer une partie de la zone de lumière diffractée qui entoure le corps. Pour la photographie, l'exposition antérieure à la lumière produit le même effet que l'éclairement général du fond : l'agrandissement diffractionnel de l'image doit donc être moindre, comme l'expérience l'a montré. »

CHIMIE. — *De la loi de Dulong et Petit.* Mémoire de M. A. TERREIL. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Chimie.)

« En publiant aujourd'hui ce Mémoire sur les chaleurs spécifiques, mon but est simplement d'appeler l'attention sur les résultats que j'ai obtenus en n'interprétant la loi de Dulong et Petit qu'au point de vue des lois de la Chimie; dans ce cas, la relation qui existe entre la chaleur spécifique et l'équivalent chimique des corps simples et des corps composés, et le rapport qui relie la chaleur spécifique aux phénomènes de condensation que les corps éprouvent lorsqu'ils se combinent à l'état gazeux, constituent une loi simple de la Chimie qui ne souffre plus d'exceptions, et qui est en harmonie avec la loi de Gay-Lussac.

» Dans cette manière d'appliquer la loi de Dulong et Petit, j'écarte toutes les causes physiques qui modifient ordinairement la chaleur spécifique absolue des corps; je ne me préoccupe point de ces causes, car j'admets qu'il existe deux phases seulement pendant lesquelles les corps possèdent leur véritable chaleur spécifique absolue, au point de vue de la loi appliquée exclusivement à la Chimie. La première de ces phases est le moment où le corps est à l'état gazeux; la seconde, celui où le corps a perdu l'état gazeux; peu importe qu'à cet instant il soit solide ou liquide, il suffit que le changement d'état soit opéré; j'admets, en outre, qu'au moment de ces deux phases les forces physiques qui modifient les chaleurs spécifiques absolues n'ont pas encore agi.

» Afin de distinguer les chaleurs spécifiques, comme je les comprends, des chaleurs spécifiques admises, je leur donne le nom de *chaleurs spécifiques chimiques*.

» C'est en étudiant la relation qui existe entre les chaleurs spécifiques des corps composés et la somme de condensation que les corps simples qui les constituent subissent lorsqu'ils se combinent à l'état gazeux, que

j'ai été conduit à établir ma théorie des chaleurs spécifiques chimiques; je crois donc utile de faire connaître ici comment j'interprète la loi de Gay-Lussac, en ce qui concerne les condensations que les corps gazeux éprouvent lorsqu'ils se combinent, en faisant suivre cette loi des énoncés ci-après, que j'appellerai *les lois des contractions chimiques* :

» 1° *Lorsque deux corps simples dont les équivalents chimiques occupent 2 volumes à l'état de vapeur, s'unissent entre eux, la combinaison se fait sans qu'il y ait contraction; le composé représente à l'état gazeux la somme des volumes combinés, et son équivalent chimique égale toujours 4 volumes de vapeur.*

» 2° *Lorsque deux corps simples dont les équivalents chimiques ne représentent que 1 volume de vapeur s'unissent entre eux, la combinaison se fait également sans condensation; le composé représente aussi la somme des volumes combinés, mais son équivalent chimique n'égale que 2 volumes de vapeur.*

» 3° *Lorsqu'un corps simple dont l'équivalent chimique occupe 2 volumes à l'état gazeux se combine, équivalent à équivalent, avec un corps simple dont l'équivalent ne représente que 1 volume de vapeur, la combinaison se fait toujours avec une contraction de $\frac{1}{3}$ dans les volumes gazeux; le composé représente 2 volumes de vapeur et ces 2 volumes constituent son équivalent chimique.*

» 4° *Tous les corps composés, quelle que soit la nature des corps simples qui les constituent, se comportent comme des corps simples dits* monoatomiques, *lorsqu'ils entrent dans de nouvelles combinaisons; 2 volumes de leur vapeur se condensent toujours en 1 volume. Si le composé s'unit à un corps simple dit* biatomique, *on remarque une contraction de $\frac{1}{3}$ dans les volumes gazeux combinés; si le composé s'unit à un corps simple dit* monoatomique *ou à un autre corps composé, il se produit dans les volumes gazeux une contraction de $\frac{1}{2}$.*

» 5° *Dans les combinaisons complexes résultant de l'union des corps composés, comme les oxysels par exemple, la loi des contractions reste invariable; les contractions que les volumes gazeux éprouvent en se combinant sont toujours de $\frac{1}{3}$ ou de $\frac{1}{2}$, selon les corps simples qui constituent les composés qui s'unissent; seulement les volumes gazeux qui se combinent sont des multiples de ceux qui s'unissent dans les combinaisons simples et la somme des volumes après condensation constitue toujours l'équivalent chimique de la combinaison.*

» C'est donc en partant de ces principes et en appliquant à la loi de Dulong et Petit une formule analogue à celle qu'on applique à la loi de Gay-Lussac, sur la relation qui existe entre l'équivalent chimique et la densité de vapeur, que j'obtiens ce que j'appelle la *chaleur spécifique chimique* des corps. Mais ici, comme dans la loi de Gay-Lussac, il est néces-

saire de ramener toutes les chaleurs spécifiques à une *unité;* cette unité doit porter sur les corps à l'état gazeux, et ceux-ci doivent être pris sous le même volume que le corps qui sert de comparaison.

» En opérant ainsi, j'ai reconnu tout d'abord ce fait très-curieux, que la chaleur spécifique des corps, *double* lorsqu'ils cessent d'être gazeux, comme si, en perdant cet état, la contraction de la matière se faisait par agglomérations moléculaires, représentant en volume, à l'état gazeux, un rapport simple avec l'équivalent chimique, ce qui est en harmonie avec la loi de Gay-Lussac.

» Ayant choisi l'équivalent chimique de l'hydrogène comme unité de comparaison des chaleurs spécifiques chimiques, je ferai observer que, cet équivalent occupant 2 volumes à l'état de gaz, la chaleur spécifique chimique des autres corps ne doit être calculée que sur 2 volumes de vapeur pris avant toute condensation.

» Dans les formules qui vont suivre, j'appellerai :

C_H la chaleur spécifique chimique de l'hydrogène servant d'unité de comparaison; dans la détermination de la chaleur spécifique *absolue* $C_H = 3$; dans la détermination de la chaleur spécifique *relative* $C_H = 3,4$, nombre trouvé expérimentalement par M. Regnault pour le gaz hydrogène;

c la chaleur spécifique chimique des corps à l'état de gaz;

c' la chaleur spécifique chimique des corps ayant perdu l'état gazeux;

E l'équivalent chimique des corps simples;

E' l'équivalent chimique des corps composés;

n le multiplicateur qui sert à ramener à leurs volumes primitifs, les corps gazeux qui ont subi des contractions en se combinant, ou à ramener toutes les combinaisons à 2 volumes, lorsque leurs équivalents chimiques représentent 4, 6, 8, 12,... volumes de vapeur.

» La valeur absolue de C_H est calculée sur l'*unité de calorie de l'eau*, d'après la formule suivante, qui est déduite de formules qui seront données dans une prochaine Communication :

$$C_H = \frac{c'.E'}{E.n.2} = \frac{1.9}{1.1,5.2} = 3. »$$

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur les irrigations dans le midi de la France, et particulièrement dans le département des Bouches-du-Rhône.* Mémoire de M. **J.-A. Barral**, présenté par M. Chevreul. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Boussingault, Peligot.)

« Ayant été nommé l'an dernier, par M. le Ministre de l'Agriculture, membre d'une Commission chargée de prononcer sur un concours ouvert pour le meilleur emploi des eaux d'irrigation dans le département des Bouches du-Rhône, ayant ensuite été désigné pour être le rapporteur de la Commission, j'ai eu l'occasion de faire un certain nombre d'observations et d'expériences spécialement chimiques, qui m'ont paru avoir un intérêt assez grand pour être communiquées à l'Académie.

» Les irrigations dans les Bouches-du-Rhône s'étendent aujourd'hui sur une surface de plus de 35 000 hectares. Sur ce total, 27 000 hectares environ sont arrosés par les eaux de la Durance, 5300 par les eaux du Rhône, et 2900 par l'Huveaune, l'Arc, la Touloubre et divers cours d'eau secondaires. Les eaux de la Durance parviennent dans les trois arrondissements d'Aix, d'Arles et de Marseille, par des canaux dont quelques-uns remontent au XVI^e siècle, et dont d'autres viennent à peine d'être achevés. Plusieurs de ces canaux sont célèbres : ce sont ceux de Crapponne, des Alpines, de Marseille, de Peyrolles, de Chateaurenard, du Verdon. Tous ces canaux délivrent l'eau à l'agriculture depuis le 1er avril jusqu'au 30 septembre; la quantité d'eau fournie est estimée à 1 litre par seconde et par hectare pendant les six mois d'arrosage. Il ne se faisait que des irrigations exclusivement estivales, jusqu'au moment où la découverte de M. Faucon a démontré l'efficacité de la submersion automnale ou hivernale des vignes pour la destruction du Phylloxera. Dès maintenant, plusieurs centaines d'hectares de vignes anciennes ou de vignes nouvelles plantées à cet effet reçoivent la submersion pendant trente à quarante jours entre le commencement d'octobre et la fin de janvier; ce sont les seules vignes qui existent aujourd'hui dans l'arrondissement d'Arles, et elles ont fourni l'an dernier de magnifiques récoltes.

» Le mode de distribution des eaux d'arrosage varie beaucoup selon les divers canaux qui ont été successivement exécutés. Les associations syndicales d'arrosage, qui existent au nombre de quatre-vingt-une dans le département, sont régies par des règlements qui ont été sans cesse en se perfectionnant. La hauteur d'eau totale de 1581 millimètres, qui est donnée par chaque hectare, est délivrée en un nombre de 12, 23, 29, 43 tranches

égales selon les canaux, soit en tranches de 131, 68, 54, 37 millimètres de hauteur. Ainsi durant trois heures on donne, par exemple, 34 litres par seconde, quarante-trois fois dans la saison d'arrosage. C'est donc à des alternatives d'humidité et de sécheresse que le sol arrosé se trouve soumis. Chaque tranche d'eau chasse devant elle les gaz contenus dans les pores du terrain, et, après que l'eau a pénétré dans la terre, arrivent de nouvelles quantités d'air atmosphérique. C'est une application nouvelle de la théorie si juste par laquelle M. Chevreul a expliqué, il y a près de trente ans, les effets produits par le drainage.

» Il a été constaté que partout de grandes quantités d'engrais composé, soit de fumier de ferme, soit de tourteaux de graines oléagineuses, soit enfin de guano, sont répandues dans les champs arrosés; le mode d'irrigation usité est ainsi favorable à la nitrification des matières azotées contenues dans la couche de terre où l'eau peut pénétrer et où descendent les racines. Les principes soutenus par M. Boussingault sont donc vérifiés. Ce n'est exclusivement ni par les matières azotées (ammoniaque, acide nitrique, ou matières organiques) dissoutes dans les eaux, ni par le limon tenu en suspension, que les irrigations exercent leur action fertilisante. On ne trouve, en effet, ni dans les unes ni dans les autres de ces matières, les quantités de principes azotés, phosphatiques ou potassiques, suffisantes pour expliquer les très-hauts rendements constatés, non pas par exception, mais d'une manière générale, dans toutes les terres arrosées du département des Bouches-du-Rhône. Le rendement des prairies ou des luzernes arrosées dans les Bouches-du-Rhône est compris entre 8 000 et 12 000 kilogrammes de foin fané à l'hectare, contenant de 11 à 19 pour 100 d'eau, tandis que, partout ailleurs, des rendements de 2500 à 4000 kilogrammes de foin fané au même degré sont réputés être excellents.

» D'un autre côté, les analyses, tant botaniques que chimiques, que j'ai effectuées sur dix échantillons de foin pris dans dix localités différentes, mais dont les terrains appartiennent tous à la grande formation de la Crau et de la Camargue, démontrent des qualités nutritives supérieures à celles des foins récoltés dans les prairies soumises, dans d'autres régions, à des modes d'irrigation tout à fait différents, c'est-à-dire effectués plutôt en hiver et au printemps qu'en été, et avec des masses d'eau beaucoup plus considérables, mais avec des interruptions bien moins nombreuses. On donne, par exemple, trois à quatre fois de l'eau, et non de vingt à quarante-trois fois, comme on le fait en Provence. Il faut ajouter que, après l'enlèvement de quantités de fourrages aussi abondantes, on trouve encore dans les prairies arrosées dont nous parlons la nourriture hivernale de

12 à 40 brebis qui reviennent des montagnes et pour lesquelles on paye 5 centimes par tête et par jour de droit de pacage.

» Toutes les prairies naturelles et les luzernes, les cultures maraîchères, les oliviers et le blé reçoivent des arrosages dont les quantités et le nombre varient suivant la nature des récoltes. Pour le blé, par exemple, on a donné en 1875 deux ou trois arrosages seulement en avril et durant la première quinzaine de mai; chaque arrosage s'élève à un débit de 30 litres pendant six heures pour chaque hectare. L'excédant de rendement d'un hectare arrosé, par rapport à un hectare non irrigué, est de 4 hectolitres. Pour les oliviers on donne deux arrosages par an, en juin et en août, et chaque fois de 60 litres par seconde pendant deux heures et quart.

» L'analyse des matières minérales des divers fourrages a conduit à des résultats importants. Ainsi, dans des cendres de luzernes récoltées dans les terrains de la Camargue tout récemment dessalés, et dans lesquels, à une profondeur de 2 à 3 mètres, existaient encore des eaux fortement salées, la proportion de potasse s'élevait à 18 pour 100 environ, tandis que celle de soude n'était que de 6 à 8 pour 100. Chose remarquable, dans ces luzernes, la proportion de soude a été relativement plus faible que dans des fourrages venus sur des terrains où il y a absence d'eau salée. Il paraît y avoir des aptitudes particulières dans les plantes fourragères, soit pour une plus grande proportion de potasse, soit pour une plus grande proportion de chaux; mais la soude, conformément du reste aux expériences de M. Peligot, ne domine jamais.

» Nos analyses font aussi connaître les proportions d'acide phosphorique et de fer existant dans les fourrages provenant de terrains irrigués, et il en résulte que ces foins, dans les Bouches-du-Rhône, présentent à tous égards toutes les qualités que l'on recherche dans les aliments qui doivent être considérés comme complets pour le bétail. L'eau y agit, non pas tant par les principes en dissolution ou en suspensiou qu'elle apporte avec elle, que par les réactions qu'elle exerce sur le sol et les engrais contenus dans la terre, sous l'influence de la chaleur et de la lumière du soleil du midi.

» Enfin, diverses déterminations de températures comparatives des eaux d'arrosage et de l'air atmosphérique établissent que, si, dans le jour, la température de ces eaux est inférieure à celle de l'atmosphère, elle lui est, au contraire, supérieure pendant la nuit.

» Ces études vont être continuées cette année, dans le département des Bouches-du-Rhône et dans le département de Vaucluse, où le jugement de deux concours d'irrigation va m'appeler. Je serais heureux de recevoir à ce sujet, de la part de l'Académie, des directions pour mes recherches. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la durée de la sensation tactile.* Note de M. **L. Lalanne**, présentée par M. Milne Edwards. (Extrait par l'auteur).

(Commissaires : MM. Milne Edwards, Cl. Bernard, Robin.)

« La notion de la persistance de la sensation lumineuse résulte d'un phénomène bien vulgaire, de l'effet optique produit par la rotation rapide d'un charbon incandescent. Le cercle lumineux décrit par ce charbon paraît complétement fermé lorsque le mouvement est assez rapide pour arriver à dix tours par seconde. On en conclut que la sensation lumineuse ne s'évanouit qu'un dixième de seconde après la disparition complète de la cause qui l'a produite.

» On sait d'ailleurs que ce chiffre n'a rien d'absolu. Avec d'autres sources lumineuses et par diverses méthodes, on a trouvé des durées variables entre $\frac{1}{15}$ et $\frac{1}{20}$ (M. Lissajous) et même $\frac{1}{30}$ de seconde (Foucault).

» Il était naturel de se demander s'il n'était pas possible de déterminer la durée de la sensation tactile par un procédé du même genre que l'expérience du charbon ardent. Supposons qu'on imprime à un corps flexible, dont le contact ne soit pas de nature à blesser l'épiderme, un mouvement de rotation rapide autour du bras ou de la jambe tenus immobiles. Si le retour du corps frottant à chacun des points de contact s'opère dans un intervalle de temps suffisamment court et tout au plus égal à la durée de l'impression produite, on pouvait penser que, par analogie avec ce qui se passe pour l'œil dans l'expérience du cercle lumineux complétement fermé, on éprouverait, sur toute l'étendue du trajet soumis au frottement, une sensation continue, analogue à celle que produirait la pression d'un bracelet ou d'un anneau. Telle était l'induction en vertu de laquelle l'auteur de cette Note a procédé. MM. Ch. Martins et Aug. Le Pileur voulurent bien accepter la tâche d'entreprendre, de concert avec lui, les expériences qui devaient résoudre la question.

» Il est vrai que nous ne pûmes obtenir une sensation continue sur l'étendue entière du trajet parcouru ; mais, à une certaine vitesse, la continuité de la sensation s'accusait de la manière la plus nette sur un point unique de la périphérie cutanée : nous n'avions donc presque rien à modifier dans notre mode d'opération pour déterminer les conditions de la continuité sur un seul point de l'épiderme, et nous procédâmes à cette détermination pour différentes parties de la main, de l'avant-bras et du bras.

» Les circonstances principales de nos trente-trois expériences sont consignées dans un tableau joint à la Note détaillée qui est soumise à l'Académie. Voici quels en sont les résultats :

» 1° La continuité ne s'est jamais manifestée pour moins de dix tours par seconde. La durée de la sensation tactile observée n'a donc pas surpassé $\frac{1}{10}$ de seconde, et dans un certain nombre d'expériences elle a été moindre.

» 2° La moindre durée observée a été de $\frac{1}{24}$ à $\frac{1}{25}$ de seconde.

» 3° Ce minimum de durée varie avec les individus et suivant les parties du corps.

» Une *équation personnelle*, analogue à celle dont les astronomes sont obligés de tenir compte, a donné une quantité variable entre $\frac{1}{10}$ et $\frac{1}{14}$ de seconde pour la persistance de la sensation, suivant les observateurs, le contact ayant lieu sur la face dorsale de la deuxième articulation de l'index. Sur la partie externe du bras, entre le deltoïde et l'articulation du coude, la durée était pour un des observateurs d'un peu plus de $\frac{1}{13}$ de seconde, tandis que pour un autre elle descendait presque à $\frac{1}{22}$. Il est à remarquer d'ailleurs que les équations personnelles se sont presque toujours manifestées dans le même sens; la sensibilité tactile conduisait les trois observateurs à apprécier différemment, mais en général dans le même ordre, le nombre de tours nécessaires pour produire la continuité de la sensation. L'inégalité de sensibilité chez un même sujet, inégalité dont la mesure pourrait être désignée sous le nom d'*équation locale*, paraît ressortir aussi du tableau des expériences. Chez un des observateurs la durée de la sensation a varié de $\frac{1}{14}$ de seconde, sur le bord radial de l'avant-bras, à $\frac{1}{22}$ de seconde sur la partie externe du bras entre le deltoïde et l'articulation du coude.

» Le cours de ces recherches a été interrompu, et la dispersion des trois collaborateurs qui les avaient entreprises n'a pas permis de les reprendre. Depuis l'époque déjà ancienne où nos expériences ont été faites, la Physiologie s'est enrichie d'un nombre considérable de faits nouveaux, et l'on a pu mesurer la vitesse avec laquelle une impression extérieure parvient au cerveau; mais cette vitesse est chose complétement différente de la durée de la perception. C'est le silence même des maîtres de la Science en ce qui concerne ce dernier élément qui nous a inspiré l'idée d'exposer des résultats obtenus depuis trente-quatre ans déjà, et malheureusement encore bien incomplets.

» On voit, d'après ce qui précède, que la durée de la sensation tactile est peu différente de la durée de la sensation lumineuse.

» Le moindre nombre de chocs nécessaires pour engendrer un *son* est de huit à dix par seconde, ce qui suppose que l'impression produite sur l'oreille par un de ces chocs dure encore au moment où la vibration déterminée par le choc suivant vient à se produire; d'où résulte un *maximum* de $\frac{1}{8}$ à $\frac{1}{10}$ de seconde pour la persistance de la sensation acoustique.

» Le *minimum* est beaucoup plus difficile à déterminer avec précision. Il descendrait à $\frac{1}{132}$ de seconde suivant M. Helmholtz, qui assure que les cent trente-deux battements auxquels donne lieu la dissonance $si_4\ ut_5$ sont perceptibles et distincts sur un instrument à sons tenus, tels que l'orgue et l'harmonium. Malgré l'existence, dans l'appareil auditif, de fibres nombreuses et distinctes qui sont mises en action par des notes de hauteur différente, il est certain que, musicalement parlant, l'oreille ne supporte guère plus de quatorze à seize notes par seconde : c'est ainsi tout ce que la main la plus exercée peut produire sur un instrument.

» Il est donc permis de considérer comme des faits de même ordre les variations, dans des limites assez étendues d'ailleurs, de la durée de la sensation, qu'elle soit optique, acoustique ou tactile; ce qui n'a rien que de conforme à ce que nous savons de la nature de nos sens et de leurs relations mutuelles. »

VITICULTURE. — *Sur les galles des feuilles de vignes françaises; ponte de l'insecte issu de l'œuf d'hiver; éclosion des œufs formant la deuxième génération; migration de ces nouveau-nés.* Lettre de M. **Boiteau** à M. Dumas.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Villegouge, le 3 juin 1876.

« Dans ma Communication du 10 mai dernier, je donnais à l'Académie la description des galles des feuilles de vignes françaises, telles qu'elles se trouvaient alors, mais encore incomplètes. Du 10 mai au 2 juin, elles ont subi les modifications suivantes : leur volume a augmenté et le dessous de la feuille les accuse davantage; elles ont la forme d'une cupule de gland. Leur proéminence mesure 1 ou 2 millimètres. Leur surface est rugueuse et couverte de poils laineux blanchâtres. Elles ne sont pas épineuses comme celles des feuilles des vignes américaines. Leur couleur est quelque-

fois verte, mais le plus souvent elles sont rougeâtres, quelques-unes cramoisi, surtout celles qui sont situées sur les dentelures. Leur face supérieure présente une ouverture d'aspect varié, formée par le rapprochement du bord circulaire. Cette ouverture, pourvue de productions blanches opalines, celluleuses, en forme de poils, est tantôt arrondie ou quadrangulaire, d'autres fois ovalaire; certaines ont l'aspect d'une étoile à trois branches. Celles situées sur le bord de la feuille sont souvent fermées par un repli de la dentelure. Un bourrelet assez saillant se dessine au pourtour de l'ouverture; il est souvent rougeâtre. L'intérieur de cette galle est lisse et forme une galerie qui contient aisément l'insecte et un grand nombre d'œufs.

» Par une coupe verticale, on constate que la partie formant le fond de la cupule est très-épaisse relativement et présente à son centre une saillie en forme de manchon arrondi. Une galle complète et bien formée mesure environ 3 millimètres de hauteur sur 2 ou 3 millimètres de diamètre. Beaucoup sont incomplètes et abandonnées. On peut en fixer la proportion à la moitié.

» Dans les galles bien formées, on trouve un insecte qui mesure de $\frac{90}{100}$ de millimètre à 1 millimètre $\frac{1}{10}$ de longueur sur $\frac{60}{100}$ à $\frac{90}{100}$ de millimètre de largeur. Les deux mues sont opérées vers le 19 mai, et la première ponte observée remonte au 24 mai. M. Lichtenstein a vu la ponte dans les galles américaines chez M. Laliman, le 13 mai.

» Les œufs ont la forme et les dimensions de ceux des aptères hypogées; leur couleur est plus claire et plus brillante. L'insecte les dépose en tas séparés, leur nombre est très-variable, mais il atteint des proportions considérables. Dans une galle de Taylor, j'ai compté de 250 à 300 œufs, et l'insecte pondait toujours. Dans les galles des vignes françaises le chiffre ne paraît pas aussi élevé: il ne m'a guère été permis d'en compter plus de 80, seulement l'insecte pondait encore et ne semblait pas près de s'arrêter.

» Le 29 mai, j'ai eu des éclosions dans des galles de vignes américaines; mais ce n'est que le 2 juin que j'ai vu le même fait sur les vignes françaises.

» Les insectes provenant des œufs de cette première génération sont en tout semblables à ceux issus de l'œuf d'hiver; il semble cependant que la coupe ovalaire du troisième article de l'antenne est plus visible. Leur agilité est considérable. Ils marchent très-vite et se dérobent facilement à la vue. Sur une surface lisse et unie, feuille de papier, lame de verre,

pampre de vigne, ils parcourent 13 ou 14 millimètres à la minute, soit 80 centimètres à l'heure. Immédiatement après la naissance, ils abandonnent la galle et se dirigent vers le sommet des pampres à la recherche des feuilles tendres. Toutes les feuilles de première formation, situées entre la première ou la seconde du bas, où sont les premières galles, et la dernière ou l'avant-dernière du haut, où il va probablement s'en former de nouvelles, ne présentent pas d'insectes; ils la traversent sans s'y arrêter. Il n'en est pas de même des feuilles portées par les pampres adventices (rameaux stipulaires, filloles, etc.) qui naissent à l'aisselle du pétiole, à côté du bourgeon hivernant. Ces feuilles à peine développées et très-tendres en possèdent beaucoup.

» Ils se fixent, comme leurs parents immédiats, dans l'épaisseur du duvet qui recouvre la face supérieure de ces jeunes feuilles. Leur recherche est très-simple et très-facile, en se guidant sur les galles déjà existantes. Prendront-ils tous la direction ascendante? C'est ce que je vais chercher à élucider. Il ne m'a pas encore été permis de constater leur présence sur les racines des pieds atteints. Les insectes trouvés par plusieurs observateurs sur les ceps, et ceux qui ont été aperçus à plusieurs reprises, par M. Faucon, sur le sol, doivent provenir des migrations des générations extérieures. »

ZOOLOGIE. — *Notes pour servir à l'histoire des Phylloxériens et plus particulièrement de l'espèce* Phylloxera Acanthokermes, *Kollar* (s. Acanth. quercûs); par M. J. Lichtenstein.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« En dehors de l'intérêt particulier qui s'attache à l'histoire du Phylloxera de la vigne, l'étude des métamorphoses de tout le groupe des Phylloxériens présente à l'observateur les phénomènes les plus curieux.

» Dans un précédent travail, inséré dans les *Comptes rendus*, t. LXXIX, p. 782, j'avais essayé de disposer méthodiquement les espèces de Phylloxera qui m'étaient connues; une d'elles, que je ne connaissais que de nom et qui n'avait pas été retrouvée depuis que Kollar l'avait signalée, il y a une vingtaine d'années, comme vivant sur les feuilles de chêne à Schönbrun, m'intriguait beaucoup.

» D'après les figures du savant autrichien, insérées aux *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* de Vienne, t. Ier, p. 78, ce bizarre insecte

venait confirmer l'opinion, émise par moi, que les Phylloxeras étaient plutôt des *Coccidiens* que des *Aphidiens*, et je le recherchais avec ardeur.

» Quelle ne fut donc pas ma satisfaction quand, le 20 mai, me trouvant chez M. Delbrück, au Vallier, près de Langoiran (Gironde), je remarquai sur un vieux chêne des feuilles chargées d'une bosselure lenticulaire que je ne connaissais pas, mais que je devinais devoir être l'*Acanthokermès*... En effet, en retournant la feuille, je trouvai enchâssé dans une petite cavité circulaire, comme une pierre précieuse dans le chaton d'une bague, ce puceron frangé de petits tubercules étoilés à huit branches qui le rendent si remarquable.

» Je fis une forte provision de ces feuilles; en les scrutant l'une après l'autre, je fus fixé par l'examen des mues sur les formes primitives; à côté de cela, l'éducation des insectes vivants et conservés en tubes de verre me donnait avec une rapidité inouïe les formes que j'attendais, *andro* et *gynécophore*, et enfin un grand nombre de sexués qui s'accouplent actuellement en grand nombre dans les flacons où je les tiens captifs.

» Je rappellerai ici en peu de mots la série des métamorphoses phylloxériennes, pour faire ressortir les caractères par lesquels l'espèce *Acanthokermès* se distingue des autres.

» Prenant pour type le Phylloxera de la vigne dont le cycle de vie est complétement connu, nous avons :

L'œuf pondu par une femelle fécondée par le mâle et qui est toujours unique.

Le type du Phylloxera *gallicole* qui provient de cet œuf et se rend dans les bourgeons où il produit des galles quand les feuilles de la vigne sont d'une espèce qui se prête à ces formations; le *même insecte* peut, à défaut de galles, se développer et vivre sur les racines; mais je crois que c'est une modification apportée par la nécessité aux habitudes normales d'un insecte destiné par la nature à une migration aérienne. Ce type, soit dans les galles, soit sur les racines, se propage parthénogénésiquement et même pendant plusieurs années chez ceux qui sont souterrains.

Le type *radicicole* provenant du précédent.

La nymphe surgissant au milieu des colonies souterraines et sortant de terre.

L'insecte ailé *androphore* ou *gynécophore* portant trois ou quatre pupes; les insectes sexués aptère, mâle et femelle, provenant de ces pupes, cette dernière pondant l'œuf unique du début.

» Les Phylloxeras des feuilles du chêne *quercûs* et *coccinea* dont j'ai décrit précédemment les migrations manquent de colonies souterraines et ont, à côté de la forme ailée que j'ai appelée *anthogénésique* et qui est destinée à transporter les pupes d'où proviennent les insectes sexués, une

seconde forme ailée, au printemps, qui ne porte que de nombreux *œufs-bourgeons*, d'où proviennent les aptères *parthénogénésiques* qui piquent les feuilles.

» Or, voici à présent ce que nous présente l'*Acanthokermès:*

» Au printemps, dès que la feuille du chêne paraît, c'est un petit puceron blanchâtre, avec les antennes de trois articles et toute l'apparence extérieure du *Phylloxera quercûs*, mais il est d'un tiers plus grand et présente au bout de l'abdomen *deux longs poils* qui le font ressembler à un *Coccidien* jeune. Cet insecte se fixe au-dessous de la feuille et sous sa piqûre, il se forme une dépression parfaitement circulaire d'environ 1 millimètre de diamètre, qui ressort en bosselure lisse, lenticulaire sur la face supérieure.

» Alors il se change en nymphe; mais cette nymphe n'a pas, comme chez les autres espèces, de fourreau d'ailes; elle est tout simplement entourée d'une série de tubercules charnus symétriquement disposés et terminés par une petite étoile à huit branches étalée comme une astérie. On voit déjà distinctement les pupes dans son sein.

» La peau de cette nymphe se fend, et l'insecte que j'appelle *Andro* ou *Gynécophore* apparaît. Ailé chez tous les autres Phylloxeras, dont j'ai pu suivre les métamorphoses, ici il est complétement aptère, mais muni de longues jambes; il marche prestement et va transporter en lieu sûr les pupes sexuées dont il est rempli. Car ici ce n'est plus 3 ou 4 pupes, comme chez le *Vastatrix,* ni 5 à 6 comme chez le *Quercûs,* c'est un paquet de 60 à 80 enveloppes de deux dimensions que cet insecte dépose un peu partout dans mes flacons. Son rôle est très-court; n'étant destiné qu'à aller mettre à l'abri les pupes dont il est rempli, il s'acquitte très-vite de cette tâche, et c'est ainsi que ceux qui me sont nés le 21 mai avaient déjà tous déposé leurs enveloppes sexuées et étaient morts à côté d'elles le 23.

» La sortie des insectes sexués s'opère comme chez tous les autres Phylloxériens: elle suit d'assez près, de 6 à 7 jours environ, le dépôt des pupes; les insectes mâles me paraissent être dans la proportion d'environ un quart sur le nombre des naissances; ils sont plus petits et plus élancés que les femelles, ont les pattes plus noires, et enfin présentent un pénis triangulaire, recourbé à angle droit au bout de l'abdomen et très-saillant. Ils s'accouplent avec beaucoup d'ardeur et plusieurs fois de suite avec différentes femelles; les deux sexes sont privés de rostre. Celles-ci, après accouplement, se réfugient dans les fentes des bouchons où, je pense, elles ne tarderont pas à déposer leurs œufs uniques.

» Je tâcherai de compléter un jour l'histoire de cette espèce comme j'ai pu le faire pour quelques autres, espérant que l'Académie voudra bien continuer à accueillir avec bienveillance mes Communications. »

M. Ch. Brame adresse, par l'entremise de M. Yvon Villarceau, une nouvelle copie du Mémoire qu'il a soumis au jugement de l'Académie dans une précédente séance (1). Ce Mémoire a pour objet l'étude des influences perturbatrices des masses voisines, pour changer la forme et la disposition des cristaux. (Extrait.)

« Si, dans le voisinage des centres d'attraction utriculaire, les particules se constituent à l'état cristallin dans une cyclide où il existe d'autres particules, également encyclides, homogènes ou hétérogènes, qui troublent leurs relations d'équilibre, le premier cristal constitué en éprouvera constamment des modifications, des altérations ou même des oblitérations dans sa forme type (2), puisque certaines parties de préférence à d'autres sont soumises aux influences perturbatrices dont il s'agit. L'action perturbatrice se borne à changer les positions relatives des cristaux entre eux, ou les relations des utricules avec les cristaux; tantôt ceux-ci conservent intégralement leur type, tantôt ils le modifient plus ou moins profondément, mais sans modifier sensiblement le système cristallin auquel ils appartiennent.

» Les principales modifications imprimées aux cristaux engendrés dans les cyclides et relatées dans ce Mémoire sont relativement à la forme: modifications, altérations, oblitérations, produites par l'empiétement des centres d'action les uns sur les autres, par l'apparition de nouveaux centres d'action, sur la limite d'une cyclide; par le ramollissement de masses voisines, occasionné par la chaleur, par le retrait s'exerçant sur une couche mince de soufre mou, produit par soudure d'utricules; par l'action de divers gaz et vapeurs en petite quantité. Les modifications, en général, respectent le type cristallin; cependant elles peuvent aller jusqu'à atteindre la forme limite.

» Relativement aux dispositions relatives des cristaux entre eux ou bien des utricules et des cristaux, il y a lieu de tenir compte des faits suivants: dendrites disposées en cercles ou composées d'octaèdres altérés, oblitérés, méconnaissables, sauf quelques-uns (action de la chaleur); dendrites disposées en cercles, partant comme les précédentes d'un centre commun et

(1) *Comptes rendus*, janvier 1876.

(2) Il peut même passer à la forme limite.

composées de tables carrées, rectoprismatiques ou hexagonales produites par une condensation très-prolongée de la vapeur de soufre ou par l'action de cette vapeur sur les utricules déjà formées; cristaux perpendiculaires les uns sur les autres ou parallèles; formation dépendante (retrait); épicristallie latérale (action de la chaleur, dégagement d'un agent chimique), épicristallie (chaleur, vapeur de soufre, d'éther, d'essence de térébenthine); cristaux barillaires (chaleur, agents chimiques) etc..... »

(Commissaires : MM. Daubrée, Pasteur, Des Cloizeaux.)

MM. **Bruneau**, **F. Chevalier**, **Morin** adressent des Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M^me **H.-B. Petitjean** adresse une Note sur la formation des couches à champignons. (Extrait.)

« Les uns les forment avec du crottin de cheval ou d'âne, les autres avec des criblures d'avoine, d'orge surtout, de blé, de seigle, soit séparément, soit mélangées.

» Si l'on veut obtenir de beaux champignons blancs et très-gros, il faut mêler, bien exactement au terreau sur lequel ils reposent, une petite quantité de poudre de cornes de moutons, de bœufs, etc., couvrir et arroser convenablement, comme il est d'usage. »

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

M. **V. Mimault** adresse plusieurs Notices, accompagnées de dessins, sur « des appareils télégraphiques imprimeurs multiples à fonctions ou mouvements progressifs ».

Cette Communication sera soumise à l'examen de M. du Moncel.

M. **Prieur** adresse une Note contenant la description et la coupe d'une cheminée fumivore, susceptible d'être adaptée aux locomotives et aux bateaux à vapeur.

(Commissaires : MM. Morin, Tresca.)

CORRESPONDANCE.

M. le général **Favé** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place d'Académicien libre, laissée vacante par le décès de M. *Séguier.*

(Renvoi à la Commission).

ASTRONOMIE. — *Éléments de la planète* (162). Note de M. **Rayet.**

« Les éléments elliptiques suivants ont été calculés avec les observations des 21 avril, 1 et 12 mai 1876 :

Époque : 1876, mai 1,5, temps moyen de Greenwich.

$$
\begin{aligned}
M_0 &= 65^\circ.\ 9'.46'',49 \\
\varpi &= 129.\ 6.11,44 \\
\Omega &= 37.51.37,54 \\
i &= 6.51.14,16 \\
\varphi &= 10.27.32,17 \\
\log a &= 0,4847086 \\
\log \mu &= 2,8229437
\end{aligned}
$$

(ϖ, Ω, i : Écliptique et équinoxe moyen de 1876,0.)

» La planète, déjà extrêmement faible le 21 mai, s'éloigne à la fois du Soleil et de la Terre, et il est probable qu'elle ne sera plus observée cette année; il m'a donc paru inutile de calculer une éphéméride avant que les éléments précédents soient rectifiés à l'aide de l'ensemble des observations. »

ANALYSE. — *Sur les équations linéaires du second ordre.* Note du P. **Pepin**, présentée par M. Hermite.

« Le Mémoire sur les équations linéaires du second ordre, dont M. Jordan a lu les conclusions devant l'Académie des Sciences, le 13 mars dernier, me rappelle que j'ai publié depuis longtemps des résultats plus complets sur la même question dans les *Annales de Tortolini* (t. V, 1863). Après avoir fait disparaître le second terme de l'équation différentielle proposée pour la mettre sous la forme

$$(1) \qquad \frac{d^2y}{dx^2} = Py,$$

où P désigne une fonction rationnelle de x, je démontre une suite de

théorèmes, dont le dernier (le seizième), résumant ceux qui le précèdent, est énoncé de la manière suivante :

« Si l'intégrale générale de l'équation $\frac{d^2y}{dx^2} = Py$ est algébrique, il y aura toujours une intégrale particulière y, telle que la fonction $\frac{1}{y}\frac{dy}{dx}$ soit une fonction rationnelle de x, ou une racine d'une équation du deuxième ou du quatrième degré. »

» L'intégrale particulière considérée ici est racine d'une équation irréductible

$$(2) \qquad F(y) = y^{m\mu} + p_1 y^{(m-1)\mu} + p_2 y^{(m-2)\mu} + \ldots + p_m = 0,$$

formée de telle sorte que, les coefficients $p_1, p_2, \ldots, p_m$ étant des fonctions rationnelles de x, le plus grand diviseur commun μ des composants de y soit le plus grand possible. Il est évident que, si toutes les racines de l'équation $F(y) = 0$ avaient un rapport constant avec l'une d'entre elles, on aurait $F(y) = y^\mu + p_1$. Laissant ce cas de côté, je suppose que l'équation $F(y) = 0$ admette quelque racine $y_1 = \theta(y)$ dont le rapport avec y ne soit pas constant, et, pour démontrer le théorème énoncé relativement à la fonction $\frac{1}{y}\frac{dy}{dx}$, j'examine les diverses formes que peut présenter $F(y)$ suivant la valeur de μ. Si μ est différent de 6, je déduis des théorèmes précédemment démontrés que toutes les racines de l'équation $F(y) = 0$ sont comprises dans les deux formules ay, $b\psi(y)$, où

$$\psi(y) = \alpha y^{\mu-1} + \beta y^{2\mu-1} + \ldots + \lambda y^{m\mu-1},$$

a et b désignent des constantes; $\alpha, \beta, \ldots, \lambda$ des fonctions rationnelles de x. Si $\mu = 6$, et que les racines de $F(y)$ ne soient pas toutes comprises dans les deux formules ay, $b\psi(y)$, comme dans le cas précédent, il résulte du treizième théorème que $F(y)$ est du 24^e degré, en sorte que y vérifie l'équation

$$(3) \qquad y^{24} + p_1 y^{18} + p_2 y^{12} + p_3 y^6 + y^4 = 0.$$

» On trouve aisément la forme du polynôme $F(y)$ dans le cas où toutes ses racines ont un rapport constant avec l'une des deux racines y ou $\psi(y)$; comme ce polynôme est irréductible, il ne peut admettre comme racine y et ay sans admettre aussi tous les termes de la suite a^2y, a^3y, $a^4y, \ldots$, ce qui exige que a soit une racine de l'unité. De même $F(y)$ admet comme racines tous les termes de la suite $\psi(y)$, $a\psi(y)$, $a^2\psi(y), \ldots$ On

conclut de là que

(4) $$F(y) = y^{2\mu} + p_1 y^\mu + p_2, \quad y^\mu [\psi(y)]^\mu = p_2.$$

» Dans le cas où $F(y) = y^\mu + p_1$, l'équation différentielle (1) admet une seconde intégrale particulière

$$y_1 = y \int_{x_0}^{x} \frac{dx}{y^2}.$$

» Comme cette intégrale est supposée algébrique, le procédé employé pour la démonstration du septième théorème montre que l'on a

$$y_1 = y \int_{x_0}^{x} \frac{dx}{y^2} = \alpha y^{\mu-1} = -\frac{\alpha p_1}{y}.$$

» En joignant ce résultat à ceux qui précèdent, nous pouvons énoncer le théorème suivant :

» Théorème. — *Si l'intégrale générale de l'équation différentielle* (1) *est algébrique, elle est de la forme* $Cy + Cy_1$, *les intégrales particulières* y, y_1 *étant :*

» *Soit déterminées par les équations* $y^\mu = A$, $y_1 = \frac{B}{y}$, A *et* B *désignant des fonctions rationnelles de la variable* x;

» *Soit des racines d'une même équation trinôme* $y^{2\mu} + p_1 y^\mu + p_2 = 0$;

» *Soit enfin des racines d'une équation à cinq termes*

$$y^{24} + p_1 y^{18} + p_2 y^{12} + p_3 y^6 + p_4 = 0,$$

p_1, p_2, p_3, p_4 *désignant des fonctions rationnelles de la variable* x.

» Ces résultats nous permettent de simplifier le théorème de M. Fuchs, plus encore que ne l'a fait M. Jordan; il en résulte, en effet, que la fonction homogène $\varphi(y, y_1)$, visée dans le théorème de M. Fuchs, a toujours l'une des trois formes y, yy_1; ou $yy_1(ay + by_1)(a'y + b'y_1)$, a, b, a', b' étant des constantes. Quand $F(y)$ est de la forme $y^\mu + p_1$, y est racine d'une équation binôme, et le produit yy_1 est rationnel; quand

$$F(y) = y^{2\mu} + p_1 y^\mu + p_2, \quad [yy_1]^\mu = p_2;$$

enfin, quand $F(y)$ appartient au troisième type,

$$[yy_1(ay + by_1)(a'y + b'y_1)]^6 = p_4.$$

On peut donc former par la méthode de M. Liouville, rappelée par M. Fuchs, une équation différentielle linéaire du cinquième ordre, qui

devra être vérifiée par une racine d'une équation binôme, toutes les fois que l'équation différentielle (1) admettra une intégrale algébrique.

» Des recherches postérieures à la publication du Mémoire de 1863 me permettent de résoudre très-simplement le problème visé par les travaux cités de M. Fuchs et de M. Jordan, de décider si l'intégrale d'une équation différentielle linéaire du second ordre peut s'exprimer par un nombre fini de fonctions algébriques, exponentielles ou circulaires, et de quadratures indéfinies relatives à la variable indépendante. D'après les résultats de ces recherches, la fonction $\varphi(y, y_1)$ de M. Fuchs se réduit toujours au premier ou au second degré. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le développement en séries des fonctions* $Al(x)$. Note du **P. Joubert** (1), présentée par M. Hermite.

« La première partie du théorème étant ainsi démontrée, il est facile, en recourant à l'équation (2), de faire voir que p^2 ne peut surpasser le nombre m. Substituons, dans cette équation, le développement de $Al(x)$ en série, et égalons à zéro le coefficient de k^{2m}, il vient

$$(3)\qquad U''_m + 4mU_m + 2xU'_{m-1} + [x^2 - 4(m-1)]U_{m-1} = 0.$$

» La loi énoncée est évidemment vraie pour U_1 : il suffit donc de montrer que, si elle a lieu pour U_{m-1}, il en est encore de même pour U_m. Posons

$$U_{m-1} = \Sigma u_{m-1}^{(p)},$$

en désignant $f(x)\cos 2px + \varphi(x)\sin 2px$ par $u_{m-1}^{(p)}$, le carré de p ne pouvant surpasser $m-1$. A chaque terme $u_{m-1}^{(p)}$ correspond une expression de même forme $u_m^{(p)}$, complétement déterminée, satisfaisant à l'équation

$$\frac{d^2u_m^{(p)}}{dx^2} + u_m^{(p)} + 2x\frac{du_{m-1}^{(p)}}{dx} + [x^2 - 4(m-1)]u_{m-1}^{(p)} = 0;$$

et, par suite, l'intégrale générale de l'équation (3) peut s'écrire

$$U_m = A\cos 2x\sqrt{m} + B\sin 2x\sqrt{m} + \Sigma u_m^{(p)},$$

A et B étant deux constantes. Nous avons $B = 0$, puisque U_m est une fonction paire de x; et maintenant, si m n'est pas un carré, la forme connue d'avance de U_m exige $A = 0$; si, au contraire, m est un carré, la constante A

(1) Fin de la Communication présentée dans la séance du 29 mai 1876.

est obtenue en posant $U_m = 0$ pour $x = 0$. Dans tous les cas, U_m remplit les conditions énoncées.

» En suivant la marche que nous venons d'indiquer, voici les résultats auxquels nous parvenons :

$$4U_1 = -x^2 + \frac{1}{2} - \frac{1}{2}\cos 2x,$$

$$4^2 U_2 = \frac{x^4}{2} - x^2 + \frac{5}{4} + \cos 2x\left(\frac{x^2}{2} - \frac{5}{4}\right) - x\sin 2x,$$

$$4^3 U_3 = -\frac{x^6}{6} + \frac{3x^4}{4} - \frac{5}{2}x^2 + \frac{15}{4} + \cos 2x\left(-\frac{x^4}{4} + \frac{5}{2}x^2 - \frac{15}{4}\right) + \sin 2x\left(x^3 - \frac{15}{4}x\right),$$

$$4^4 U_4 = \frac{x^8}{1.2.3.4} - 2\frac{x^6}{1.2.3} + 2x^4 - \frac{119}{16}x^2 + \frac{1559}{128} + \cos 2x\left(\frac{x^6}{12} - \frac{15}{8}x^4 + \frac{79}{8}x^2 + \frac{195}{16}\right) - \sin 2x\left(\frac{x^5}{2} - \frac{59}{12}x^3 + \frac{107}{8}x\right) + \frac{1}{128}\cos 4x,$$

....

» On trouve de même, en général,

$$(-1)^m 4^m U_m = \frac{x^{2m}}{1.2\ldots m} - \frac{m}{2}\frac{x^{2m-2}}{1.2\ldots(m-1)} + \frac{m^2+5m-4}{8}\frac{x^{2m-4}}{1.2\ldots(m-2)} - \frac{m^3+15m^2+35m-87}{48}\frac{x^{2m-6}}{1.2\ldots(m-3)} + \frac{m^4+30m^3+239m^2+174m-2019}{384}\frac{x^{2m-8}}{1.2\ldots(m-4)} - \ldots$$
$$+ \cos 2x\left[\frac{1}{2}\frac{x^{2m-2}}{1.2.3\ldots(m-1)} - \frac{5(m-1)}{4}\frac{x^{2m-4}}{1.2.3\ldots(m-2)} + \frac{(m+2)(43m-93)}{3.2^4}\frac{x^{2m-6}}{1.2\ldots(m-3)} - \frac{499m^3+1740m^2-9784m-3090}{2^5.3^2.5}\frac{x^{2m-8}}{1.2\ldots(m-4)} + \ldots\right]$$
$$- \sin 2x\left[\frac{x^{2m-3}}{1.2\ldots(m-2)} - \frac{14m+3}{12}\frac{x^{2m-5}}{1.2\ldots(m-3)} + \frac{71m^2+206m-355}{2^3.3.5}\frac{x^{2m-7}}{1.2\ldots(m-4)} - \ldots\right],$$

.... »

GÉOMÉTRIE. — *Du nombre des points de contact des courbes algébriques ou transcendantes d'un système avec une courbe algébrique.* Note de M. G. FOURET, présentée par M. Ossian Bonnet.

« Étant donnés sur un plan une courbe algébrique U_m^n du $m^{ième}$ degré et de la $n^{ième}$ classe, et un système de courbes algébriques ou transcendantes, caractérisé par les nombres μ et ν de ces courbes qui passent par un point quelconque et touchent une droite quelconque, on connaît immédiatement le nombre des points de U_m^n en lesquels cette courbe est tangente à des courbes du système. On peut en effet énoncer le théorème suivant, qui est toujours vrai, avec cette seule restriction qu'aucun des points de U_m^n ne soit un point commun à toutes les courbes du système.

» THÉORÈME. — *Le nombre des points de contact des courbes algébriques ou transcendantes d'un système* (μ, ν), *avec une courbe algébrique du* $m^{ième}$ *degré et de la* $n^{ième}$ *classe, est égal à* $n\mu + m\nu$.

» Cet important théorème, pour le cas des systèmes de courbes algébriques, est dû, comme on sait, à M. Chasles (*). Une démonstration complète en a été donnée par M. Zeuthen pour ce cas spécial et déjà très-étendu (**). Il nous a paru intéressant d'avoir, du même théorème généralisé (***), une démonstration rigoureuse, et d'une simplicité répondant à celle de l'énoncé. C'est cette démonstration que nous présentons à l'Académie (****). Nous partons du théorème suivant (*****):

» *Étant donnés deux systèmes* (μ, ν), (μ', ν') *de courbes algébriques ou transcendantes, le lieu des points de contact de deux courbes de l'un et l'autre système est une courbe de degré* $\mu\mu' + \mu\nu' + \mu'\nu$.

» Supposons que le système (μ', ν') soit un faisceau ponctuel de courbes du $m^{ième}$ degré. On a alors, comme l'on sait, $\mu' = 1$, $\nu' = 2(m-1) - p$, en désignant par p un nombre entier, dépendant de la présence de courbes multiples dans le faisceau. Par suite :

» *Le lieu des points de contact des courbes d'un système* (μ, ν), *avec une*

(*) *Comptes rendus*, t. LIX, p. 210.

(**) *Mathematischen Annalen*, 3e vol., p. 153.

(***) Ce théorème a été énoncé par nous, sans démonstration, dans un précédent Mémoire (*Bulletin de la Société Mathématique*, t. II, p. 82).

(****) M. Halphen a donné une démonstration analytique du même théorème, dans un Mémoire qui doit paraître sous peu dans le *Journal de Mathématiques* de M. Resal.

(*****) Voir la démonstration de ce théorème, *Bulletin de la Soc. Mathémat.*, t. II, p. 82.

série de courbes algébriques du $m^{ième}$ *degré formant un faisceau, est une courbe du degré* $(2m - p - 1)\mu + \nu$.

» On reconnaît de plus immédiatement que *chacun des points fondamentaux du faisceau est un point multiple d'ordre* μ *du lieu, les* μ *branches étant tangentes aux* μ *courbes du système qui passent en ce point.* Enfin, *les points singuliers des courbes du faisceau sont des points singuliers du lieu.*

» Cela posé, étant donnée dans le plan d'un système (μ, ν) une courbe algébrique U_m^n du $m^{ième}$ degré et de la $n^{ième}$ classe, formons un faisceau ponctuel de courbes de degré m dont U_m^n fasse partie, ce qui est évidemment possible, et même d'une infinité de manières. A l'aide de ce faisceau et du système (μ, ν) construisons le lieu ci-dessus défini. En vertu du théorème de Bezout, la courbe (C) ainsi obtenue coupe U_m^n en un nombre de points égal ou plutôt équivalent à $m[(2m - p - 1)\mu + \nu]$. Parmi ces points figurent les m^2 points fondamentaux du faisceau et les points singuliers de U_m^n; les autres sont des points de contact des courbes du système avec U_m^n, car appartenant à (C) ils sont chacun le point de contact d'une courbe (μ, ν) avec une courbe du faisceau, et cette dernière ne peut être que U_m^n, puisque par chaque point du plan, autre que les points fondamentaux et les points singuliers, il ne passe qu'une branche de courbe du faisceau. Pour avoir le nombre des points de contact cherchés, il faut donc simplement déduire du nombre total des points d'intersection de U_m^n et de (C) le nombre de ces points absorbés par les points fondamentaux et les points singuliers. Or, chacun des m^2 points fondamentaux étant un point multiple d'ordre μ de (C), compte μ fois dans l'intersection de (C) avec U_m^n. Quant aux points singuliers de U_m^n, ils comptent ensemble pour un certain nombre de points qu'il serait aussi difficile qu'inutile d'évaluer *a priori :* il nous suffira de remarquer que ce nombre est nécessairement indépendant de la caractéristique ν (*). En le désignant par $\varphi(\mu)$, le nombre N des points de contact cherchés peut s'écrire :

$$(1)\ N = m[(2m - p - 1)\mu + \nu] - m^2\mu - \varphi(\mu) = m(m - p - 1)\mu + m\nu - \varphi(\mu).$$

Cette formule ne fait pas encore connaître N; mais elle nous montre que N s'exprime linéairement en fonction de ν, et que le coefficient de ν est égal à m.

(*) Ce fait peut se justifier par quelques considérations analytiques fort simples; mais il est tout aussi évident que cet autre fait, admis sans démonstration, et consistant en ce que le nombre des points d'intersection de deux courbes absorbés par un point singulier commun est indépendant des degrés de ces courbes.

» Pour achever de déterminer N, transformons la figure par polaires réciproques. Le système (μ, ν) se change alors en un autre système (ν, μ), et la courbe U_m^n en une autre courbe V_n^m de degré n et de classe m. D'ailleurs, les contacts de V_n^m avec les courbes du système transformé correspondent un à un aux contacts de U_m^n avec les courbes du système primitif; en un mot, le nombre de ces contacts se conserve dans la transformation. Par suite, en désignant par q et $\psi(\nu)$ les deux nombres qui, dans la nouvelle figure, correspondent respectivement à p et à $\varphi(\mu)$ dans l'ancienne, on a

$$(2) \qquad N = n(n-q-1)\nu + n\mu - \psi(\nu).$$

Le nombre N, suivant cette expression, est une fonction linéaire de μ, dans laquelle le coefficient de μ est égal à n.

» En comparant les égalités (1) et (2), on a donc en fin de compte

$$N = n\mu + m\nu.$$

» *Remarque*. — De l'identité des formules (1) et (2) on conclut encore

$$(3) \qquad \varphi(\mu) = h\mu,$$

$$(4) \qquad \psi(\nu) = k\nu,$$

h et k désignant des nombres entiers. D'autre part, nous pouvons supposer que l'on ait choisi sur U_m^n les m^2 points fondamentaux du faisceau, de façon que ce faisceau ne comprenne aucune courbe multiple de degré inférieur à m. On sait que, dans cette hypothèse, le nombre que nous avons désigné par p est nul.

En faisant $p = 0, q = 0$, dans les relations (1) et (2), et ayant égard à (3) et (4), on obtient

$$m(m-1) - h = n, \quad n(n-1) - k = m.$$

» Ces égalités signifient que h est égal à l'*abaissement de classe* produit dans U_m^n par l'existence sur cette courbe d'un ou plusieurs points singuliers, et que k est égal à l'*abaissement de degré* dû aux tangentes singulières. Par suite :

» I. — *Le nombre des contacts simples des courbes d'un système (μ, ν) avec une courbe algébrique, qui sont confondus en un point singulier de cette courbe, est égal à μ fois l'abaissement de classe produit par ce point singulier.*

» II. — *Le nombre des points de contact absorbés par toute tangente singulière de la courbe algébrique, est égal à ν fois l'abaissement de degré dû à cette tangente singulière.* »

MÉCANIQUE. — *Perfectionnement apporté à l'indicateur de Watt.* Note de M. **Mallet**, présentée par M. Yvon Villarceau.

« Ce perfectionnement a pour but de rendre l'indicateur applicable spécialement aux machines à grande vitesse et à travail très-variable, telles que les locomotives. On sait que le relevé des diagrammes d'indicateur, sur ces machines, est extrêmement laborieux, surtout si l'on veut en avoir un certain nombre, comme il est nécessaire pour connaître le travail réellement développé dans un certain parcours.

» L'appareil de M. Mallet permet de relever autant de courbes qu'on le désire, à chaque instant de la marche, sans aucune peine et même sans qu'on soit obligé d'approcher de l'indicateur; il permet en outre d'obtenir sur le papier tous les éléments du travail, efforts et vitesses.

» L'indicateur proprement dit, c'est-à-dire les cylindre, piston, ressort et traceur, ne diffère pas des indicateurs ordinaires; seulement, le papier est continu et enroulé sur deux bobines semblables à celles des appareils télégraphiques; l'une des bobines est mise en mouvement d'une manière quelconque, généralement par un mouvement d'horlogerie, mais seulement lorsqu'on veut relever les diagrammes; il suffit, dans ce cas, à l'observateur placé commodément sur la plate-forme de manœuvre ou même dans une voiture, de poser le doigt sur un bouton et d'établir ainsi un courant électrique, pour que le papier se mette en mouvement et marche tant que le contact a lieu. La vitesse absolue du papier est d'ailleurs indifférente et peut même être irrégulière.

» Le traceur attaché au piston de l'indicateur donne donc une courbe continue des pressions, tandis qu'un autre traceur fixe marque la ligne qui représente la pression atmosphérique. De petits contacts établis aux extrémités des glissières, et touchés alternativement par un contact fixé sur la tête du piston à vapeur, font à chaque fin de course jaillir du traceur des pressions une étincelle qui perce le papier à des points correspondant rigoureusement aux fins de course, de sorte que chaque course simple du piston est parfaitement délimitée sur le papier. Enfin un petit mécanisme d'horlogerie fait, toutes les secondes ou fractions ou multiples de secondes, jaillir une étincelle du traceur de la ligne atmosphérique. Il suffit donc de voir combien de courses et fractions de courses correspondent à l'intervalle de deux de ces étincelles pour avoir la vitesse de rotation des roues motrices.

» On a ainsi, sur le diagramme, tout ce qu'il faut pour obtenir le travail de la vapeur développé, et cela, sans autre peine que d'établir le contact électrique à distance, au moment et pendant le temps où l'on veut avoir les tracés. On voit également que si on laisse fermé le robinet du cylindre de l'indicateur, l'appareil pourra servir encore à constater et enregistrer les vitesses de fonctionnement. »

PHYSIQUE. — *Sur les inconvénients que présente l'emploi d'un câble en fils de cuivre comme conducteur de paratonnerre.* Note de M. R. **Francisque-Michel**, présentée par M. du Moncel.

« Dans le but de diminuer la résistance électrique des conducteurs de paratonnerres, on substitue souvent aux tringles et câbles en fils de fer prescrits par l'Académie des câbles en fils de cuivre. Outre que ce dernier métal, par sa valeur intrinsèque, peut tenter la cupidité d'ouvriers de différents corps d'états travaillant sur les édifices (et l'on a beaucoup d'exemples de vols de cette nature), l'emploi de fils de cuivre câblés ne présente aucune garantie. En effet, sous l'action des courants électriques qui traversent continuellement les conducteurs de paratonnerres, ces fils deviennent aigres et cassants, ce qu'ont pu remarquer bien des fois les physiciens, par exemple, lorsqu'ils ont dévidé un électro-aimant. L'action de l'atmosphère et peut-être aussi celle de la lumière s'ajoutant aux effets électriques et aux vibrations continuelles occasionnées par les vents, le plus grand nombre des fils composant un semblable câble se rompent en divers points, et, au bout de peu de temps, ce conducteur présente une section conductrice totale tout à fait insuffisante pour résister à des décharges électriques un peu intenses (1).

» Ces remarques, que j'ai publiées il y a trois ans, viennent de recevoir une entière confirmation. La croix en fer qui surmonte la chapelle de l'asile d'aliénés Sainte-Anne, à Paris, porte, à son sommet, une pointe de platine; au pied de cette croix et au-dessus d'une boule en fer forgé qui lui sert d'enclave, se trouve un collier en fer forgé d'où part un câble en fils de

(1) Lors des premiers essais qu'il fit en 1854 de son anémographe électrique, M. du Moncel remarqua que les fils qui servaient de conducteurs entre la girouette et l'enregistreur et qui étaient en fil de cuivre de 7 dixièmes de millimètre, avaient pris sous l'influence du passage continu des courants, de l'humidité de l'air, du vent et de la pluie une contexture toute particulière, se rapprochant un peu de celle des minéraux; leur couleur était devenue d'un gris jaunâtre, et en les martelant on les réduisait en poussière.

cuivre qui descend, en les contournant, le long des détails architecturaux, jusqu'au ravalement le long duquel il est continué par un conducteur plein formé de tringles en fer de 15 millimètres de côté, descendant au sol.

» Procédant à des réparations de diverses natures, des ouvriers signalèrent que le conducteur du paratonnerre était coupé, et qu'une longueur d'environ 1 mètre était tombée sur le second toit. Ce fragment fut recueilli, et c'est précisément la partie qui était comprise entre le collier d'attache et le premier support; il contournait par conséquent la sphère servant d'enclave à la croix. La rupture a été déterminée en ces deux points par suite des vibrations très-violentes produites par les vents dans ce point culminant de l'édifice.

» En examinant les fragments ainsi détachés, on trouve, comme je l'avais annoncé, que les fils de cuivre composant le câble présentent en très-grand nombre des cassures très-nettes qui amoindrissent *très-notablement* la section conductrice de ce câble. Je dois faire remarquer ici que son installation ne remonte pas à plus de dix ans.

» De plus, cet échantillon que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie montre à quel point la fabrication courante de ces câbles, tant en cuivre qu'en fer, est défectueuse. En effet, lorsque, pendant l'opération du câblage, une rupture se produit dans un des fils, on se contente de tordre ensemble, pour les *rabouter*, les deux extrémités rompues, sans assurer la conductibilité du joint à l'aide d'une bonne soudure. Le contact ainsi obtenu disparaît au bout de peu de temps par suite de l'oxydation, et, si les fils de cuivre ou de fer sont de mauvaise qualité ou mal recuits (et c'est la majorité des cas), ces pseudo-ligatures, qui sont alors fort nombreuses, rendent la conductibilité du câble tout à fait insuffisante : celle-ci peut même devenir nulle au bout de peu de temps. De tout cela on peut conclure qu'on doit composer les conducteurs de paratonnerres soit de tringles en fer plein assemblées et soudées, soit de fils de fer de fort diamètre, *d'un seul bout*, et en nombre suffisant pour donner au conducteur une section de 350 à 400 millimètres carrés au moins.

» Je dois faire remarquer que les inconvénients ci-dessus signalés ne semblent pas se produire quand on fait usage, comme conducteur, de cuivre en lames, ce qui constitue le meilleur conducteur pour paratonnerres, la propagation de l'électricité à haute tension, dans la période variable, étant fonction non de la section, mais bien de la surface du conducteur. Le Palais de la Bourse, à Paris, porte une couverture en cuivre,

établie depuis fort longtemps, et en communication avec les paratonnerres de cet édifice. Elle est en parfait état de conservation, et sa conductibilité électrique, vérifiée à l'aide des procédés les plus délicats, peut être considérée comme parfaite. »

SACCHARIMÉTRIE. — *De l'influence de certains sels et de la chaux sur les observations saccharimétriques.* Note de M. **A. Müntz.**

« Le sucre de canne dissous dans l'eau possède un pouvoir rotatoire très-voisin de + 67. Ce chiffre a été établi, d'une manière indiscutable, par MM. de Luynes et Girard; il sert de base à la détermination du sucre réel dans les essais saccharimétriques. J'ai observé cependant que ce pouvoir rotatoire était modifié par la présence de certaines substances qui n'ont par elles-mêmes aucune action sur la lumière polarisée ni sur le sucre. Tous les sels alcalins et alcalino-terreux sur lesquels j'ai opéré sont dans ce cas et tous, avec une intensité très-variable, ont pour effet d'abaisser le pouvoir rotatoire du sucre. Les sels métalliques, tels que ceux de zinc et de plomb, ont une action beaucoup moins marquée, quelquefois nulle.

» L'observation saccharimétrique se faisant presque toujours en présence de matières salines, il m'a paru intéressant d'étudier cette action, tant au point de vue de la théorie du phénomène qu'au point de vue des perturbations qu'elle peut apporter dans l'analyse des sucres.

» Un grand nombre de sels, tels que les sulfates de soude, de potasse, d'ammoniaque, de magnésie, les nitrates, acétates des mêmes bases, les phosphates de soude, de potasse, d'ammoniaque, le chlorate, le sulfite et l'hyposulfite de soude, les chlorures de calcium, de magnésium, de baryum, etc., etc., doivent être employés à dose assez forte pour produire un effet marqué. Il faut en introduire jusqu'à 20 ou 30 parties dans 100 de liqueur sucrée pour diminuer le pouvoir rotatoire de 3 ou 4 degrés; quelques-uns, même employés dans ces proportions, ne le diminuent que de 1 ou 2 degrés. D'autres sels, comme le borate, le carbonate de soude, le chlorure de sodium, le carbonate de potasse, etc., ont une influence plus considérable. C'est surtout sur ces derniers qu'ont porté mes observations. J'en rapporte quelques-unes :

» Le pouvoir rotatoire du sucre pris dans les mêmes conditions avec de l'eau pure a été de + 67,0.

1. *Chlorure de sodium.*

La dissolution contient dans 100 centimètres cubes,		sucre...	5gr	10gr	20gr
et sel........	2gr,5	pouvoir rotatoire..........	»	66,7	66,7
id.	5	id.	66,1	66,2	66,3
id.	10	id.	65,3	65,3	65,6
id.	20	id.	63,8	63,7	64
id.	25	id.	»	62,8	»

2. *Carbonate de soude* (supposé anhydre).

La dissolution contient dans 100 centimètres cubes,		sucre	10gr	20gr
et sel........	2gr,5	pouvoir rotatoire.................	65,2	»
id.	5	id.	63,8	63,8
id.	10	id.	62,4	62,6
id.	15	id.	60,4	59,8
id.	20	id.	58,5	58,1

» *En examinant ces chiffres ainsi que ceux obtenus avec le sulfate de soude, on observe :*

» 1° *Que le pouvoir rotatoire du sucre de canne en présence d'un sel déterminé est sensiblement constant pour une même quantité de sel dissous dans un même volume de liquide, quel que soit d'ailleurs le rapport du sel au sucre;*

» 2° *Que la diminution du pouvoir rotatoire est jusqu'à un certain point proportionnelle à la quantité de sel dissous.*

» Le borax cependant fait exception à ces règles, ainsi que le montrent les expériences suivantes :

Borate de soude (supposé anhydre).

La dissolution contient dans 100 centimètres cubes,		sucre...	5gr	10gr	20gr
et sel........	0gr,5	pouvoir rotatoire..........	»	65,9	»
id.	1	id.	64,7	65,0	»
id.	2	id.	62,7	63,5	»
id.	3	id.	62,1	62,5	64,2
id.	4	id.	»	61,6	»
id.	5	id.	60,8	61,1	63
id.	7	id.	»	»	62,2
id.	7gr,5	id.	»	60,5	»

» L'acétate neutre de plomb, même introduit à la dose de 25 grammes dans 100 centimètres cubes de liqueur sucrée n'a pas modifié la déviation originale du liquide.

» La chaux a sur le sucre une action analogue; mais là on est en pré-

sence d'une véritable combinaison, et il est plus aisé de comprendre qu'une modification du pouvoir rotatoire ait lieu.

La dissolution contient dans 100 centimètres cubes,			sucre.....	10^{gr} = 1 équivalent
et chaux...	$0^{gr},409 = \frac{1}{4}$	équivalent;	pouvoir rotatoire.....	64,4
id.	$0^{gr},818 = \frac{1}{2}$	id.	id.	61,3
id.	$1^{gr},637 = 1$	id.	id.	56,9
id.	$3^{gr},274 = 2$	id.	id.	54,8

» Au point de vue de l'analyse saccharimétrique, ces résultats conduisent à admettre que les sels qui se trouvent dans les sucres bruts faussent l'observation polarimétrique; mais que cependant, dans la plupart des cas, l'erreur résultant de leur présence est si faible qu'il n'y a pas lieu d'en tenir compte; en second lieu qu'il faut proscrire l'emploi du carbonate ou du sulfate de soude employé par certains chimistes pour précipiter dans les liqueurs l'excès du plomb introduit par le sous-acétate; en troisième lieu que l'acétate de plomb, employé même en excès, est sans influence sur la déviation que produit le sucre.

» Quant à la chaux, dont l'action est assez marquée, il est utile d'appeler l'attention sur le rôle qu'elle pourrait jouer dans la fraude. En effet, la chaux introduite dans un sucre brut abaisse la déviation que donnerait le sucre seul, et en même temps augmente la proportion des cendres. Un sucre ainsi fraudé donnerait donc à l'analyse un rendement très-inférieur à son rendement réel et passerait, à tort, dans une classe soumise à des droits moins élevés. La chaux ainsi introduite s'enlèverait avant le raffinage par une opération très-simple, et le sucre reprendrait sa valeur réelle. Cette fraude, d'une exécution facile, pourrait passer inaperçue si l'on n'était prévenu; en effet, au moment de la dissolution du sucre dans l'eau, la chaux, se trouvant à l'état de sucrate soluble, ne laisserait aucun dépôt. On en reconnaîtrait aisément la présence en faisant passer dans la dissolution un courant d'acide carbonique. Le sucre de canne n'est pas le seul sucre dont le pouvoir rotatoire soit modifié par la présence de certains sels; en général ce pouvoir rotatoire est diminué; quelquefois cependant il subit une augmentation. J'aurai l'honneur de communiquer à l'Académie la suite de mes recherches sur ce sujet. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un dérivé de l'éther acétylacétique, l'acide oxypyrotartrique*. Note de M. E. **Demarçay**, présentée par M. Cahours.

« L'éther acétylacétique est, comme on sait, un corps à fonction mixte à la fois acétone et éther, ce qu'exprime sa formule

$$CH^3 - CO - CH^2 - CO^2C^2H^5.$$

» J'ai utilisé la première de ces deux propriétés pour fixer sur lui de l'acide cyanhydrique. Pour arriver à ce but, l'éther a été chauffé avec la moitié de son poids d'acide cyanhydrique anhydre au bain-marie pendant trois jours. Le corps ainsi produit, débarrassé de l'excès d'acide cyanhydrique, a été traité à chaud par l'acide chlorhydrique, qui détermine la formation d'une grande quantité de sel ammoniac. Le liquide se prend alors en une masse qu'on évapore pendant longtemps au bain-marie pour chasser l'acide chlorhydrique. On la reprend ensuite par l'éther; on évapore de nouveau la solution et l'on renouvelle le traitement à l'éther. On obtient ainsi un sirop épais coloré en brun, mais qui peut, par un traitement convenable, être obtenu avec une teinte seulement ambrée. Son mode de formation montre que c'est un acide oxypyrotartrique

$$CH^3 - CO - CH^2 - CO^2C^2H^5 + CAzH = CH^3 - \underset{\displaystyle CAz}{\underset{|}{COH}} - CH^2 - CO^2C^2H^5$$

$$CH^3 - \underset{\displaystyle CAz}{\underset{|}{COH}} - CH^2 - CO^2C^2H^5 + 2H^2O = CH^3 - \underset{\displaystyle CO^2H}{\underset{|}{COH}} - CH^2 - CO^2H + AzH^3 + C^2H^6O$$

» Je n'ai pu me procurer à l'état cristallisé cet acide, dont je continue l'étude; aussi ai-je jugé inutile d'en faire l'analyse. Les réactions qui font l'objet de cette Communication confirment du reste pleinement la formule que lui assigne son mode de formation.

Neutralise-t-on, en effet, cet acide par l'eau de baryte et porte-t-on à l'ébullution la dissolution du sel formé, on constate un vif dégagement d'acide carbonique en même temps qu'il se fait au sein de la liqueur un dépôt de carbonate de baryte. Il reste en dissolution un sel qui refuse de cristalliser, dont l'acide chlorhydrique sépare un acide soluble dans l'éther et qui cristallise par évaporation dans le vide. Cet acide, purifié d'une matière visqueuse qui le souille, se présente sous la forme de prismes incolores et brillants fusibles à 78 degrés, facilement sublimables et fournissant un sel de zinc dont les propriétés et la composition sont celles de l'acétonate de zinc. L'acide acétonique fond en effet à 79 degrés, d'après M. Markownikof.

Ces acides sont donc identiques. Cette réaction s'explique aisément ainsi qu'il suit :

$$2\left\{\begin{matrix} CH^3 - \underset{|}{C}OH - \underset{|}{C}H^2 \\ CO^2 \diagdown \quad \diagup CO^2 \\ Ba \end{matrix}\right\} + H^2O = \left\{\begin{matrix} CH^3 - COH - CH^3 \\ | \\ CO^2 \end{matrix}\right\}^2 Ba + CO^2 + CO^3Ba.$$

» L'acide oxypyrotartrique, soumis à l'action de la chaleur, se dédouble d'une façon remarquable. Cette décomposition, qui a lieu surtout vers 220 degrés, donne lieu à un faible dégagement d'acide carbonique et d'oxyde de carbone. Il passe en abondance, à la distillation, un liquide qui commence à bouillir vers 75 degrés. Le point d'ébullition s'élève rapidement et se maintient longtemps entre 214 et 220, température à laquelle passe la majeure partie du produit. Les derniers produits passent vers 260, mais il ne distille plus que très-peu de matière.

» Les premières portions, qui sont peu abondantes, contiennent de l'eau de petites quantités d'un acide dont il sera parlé plus loin, et une certaine quantité d'un corps qui paraît être de l'alcool isopropylique. En effet, desséché sur le carbonate de potasse, ce corps bout vers 78 à 80 degrés, ainsi que l'a indiqué M. Friedel, dans le cas de l'alcool incomplétement desséché. Le phosphore et l'iode le transforment en un iodure qui présente les propriétés de l'iodure d'isopropyle; soumis à l'action de l'acide chromique, il donne de l'acétone facile à combiner au bisulfite de soude; enfin l'odeur et la saveur sont les mêmes. Il paraît donc certain que l'alcool isopropylique prend naissance dans ces circonstances. Cette réaction imprévue s'explique de la manière la plus nette au moyen de l'équation

$$CH^3 - \underset{\underset{CO^2H}{|}}{C}OH - CH^2 - CO^2H = CH^3 - CH.OH - CH^3 + 2CO^2.$$

Quant au composé, qui bout de 210 à 220 degrés, il se compose essentiellement d'anhydride citraconique mêlée de citraconate d'isopropyle. Il forme, en effet, un liquide insoluble dans l'eau, plus dense qu'elle, et s'y dissolvant lentement en abandonnant de petites quantités d'une huile qui n'a pas été examinée. Cette dissolution contient alors une petite quantité d'alcool isopropylique qui empêche l'acide citraconique de cristalliser. Ce dernier a été du reste caractérisé par la formation du sel de baryte, qui a été analysé et comparé au citraconate de baryte, avec lequel il s'est montré absolument identique. J'ai préparé, en outre, à l'aide de cet acide et de l'acide azotique, un acide qui a cristallisé et montré toutes les propriétés de l'acide mésaconique. Quant à la réaction qui donne naissance à l'acide

citraconique, elle pouvait facilement être prévue et s'exprime par l'équation

$$\begin{array}{l} CH^3 - \underset{\displaystyle CO^2H}{\underset{|}{COH}} - CH^2 - CO^2H = 2H^2O + CH^3 - \underset{\displaystyle CO}{\underset{|}{C}} = \underset{\displaystyle CO}{\underset{|}{CH}}. \\ \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\quad \diagdown \;\diagup \\ \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad O \end{array}$$

» Cet acide oxypyrotartrique est peut-être identique à l'acide citramalique préparé par Carius et sur lequel il n'a donné que peu de renseignements. Son nom d'acide oxypyrotartrique indique les relations étroites qui l'unissent à l'acide pyrotartrique ordinaire, relations que mettent en évidence les formules suivantes :

$$\underbrace{CH^3 - \underset{\displaystyle CO^2H}{\underset{|}{COH}} - CH^2 - CO^2H,}_{\text{Acide oxypyrotartrique.}} \qquad \underbrace{CH^3 - \underset{\displaystyle CO^2H}{CH} - CH^2 - CO^2H.}_{\text{Acide pyrotartrique.}}$$

» Ce travail a été exécuté dans le laboratoire de M. Cahours, à l'École Polytechnique. »

CHIMIE. — *Combustion des matières organiques sous la double influence de la chaleur et d'un courant d'oxygène.* Note de M. **D. Loiseau**, présentée par M. Fremy.

« Les expériences dont j'ai l'honneur de soumettre les résultats à l'appréciation de l'Académie des Sciences ont été faites dans le but de rechercher les conditions les plus favorables à la combustion des matières organiques soumises à la double influence de la chaleur et d'un courant d'oxygène.

» Le sucre est la matière organique que j'ai choisie pour faire mes expériences. Le sucre progressivement chauffé donnant successivement naissance à divers produits volatils, puis à un résidu fixe (du carbone), il en résulte que la recherche des moyens de brûler complétement le sucre, sous l'influence de l'oxygène, consiste, en réalité, à déterminer les moyens de brûler complétement des produits volatils et un résidu solide, du carbone.

» Or il résulte des expériences dont les résultats sont consignés dans le tableau suivant que :

» 1° Pour brûler complétement les produits volatils, il faut opérer cette combustion dans des tubes dont le diamètre intérieur doit être d'autant plus grand que la vitesse de l'oxygène est plus faible,

» 2° Le diamètre des tubes, où l'on opère la combustion du carbone solide, ne paraît pas avoir une grande influence sur les quantités d'acide carbonique obtenu.

NUMÉROS DES EXPÉRIENCES.	DIAMÈTRES INTÉRIEURS des tubes où l'on opère la combustion du sucre.	DURÉE DE LA COMBUSTION des produits volatils (depuis le moment où le sucre commence à fondre jusqu'au moment où le carbone commence à brûler).	DURÉE DE LA COMBUSTION du carbone.	VITESSE MOYENNE DE L'OXYGÈNE exprimée en bulles à la sortie du tube Geissler (1).		RÉSULTATS DE LA COMBUSTION de 0gr,500 de sucre.	
				Pendant la combustion des produits volatils.	Pendant la combustion du carbone.	Liquide condensé ou retenu par l'acide sulfur.	Gaz absorbés par la dissolution de potasse.
	millimètres.	heures.	minutes.	bulles.	bulles.	gr	gr
1	12	2	65	32	32	0,275	0,734
2	12	2	35	60	60	0,2894	0,7558
3	12	2	20	100	100	0,2897	0,7652
4	15	2	65	32	32	0,2890	0,756
5	15	2	38	60	60	0,2896	0,763
6	15	2	19	100	100	0,2896	0,7665
7	18	2	65	32	32	0,2895	0,758
8	18	2	40	60	60	002900	0,765
9	18	2	20	100	100	0,2897	0,767
10	12	1,30	65	32	32	0,265	0,720
11	15	1,30	65	32	32	0,2885	0,754
12	18	1.30	65	32	32	0,2895	0,756
13	15	1,30	20	160	125	0,2892	0,765
14	18	1,30	20	160	125	0,2897	0,768
15	15	1,30	15	60 à 70	150	0,2895 (2)	0,7750 (2)
16	18	1,30	15	60 à 70	150	0,2898	0,7708
17	18	2	15	60 à 70	150	0,2897	6,7710
18	15	45 min.	15	60 à 70	150	0,2898	0,7718

(1) L'oxygène employé était purifié et desséché en traversant une dissolution de potasse contenue dans un tube de Geissler, puis successivement deux tubes en U contenant : l'un de la potasse caustique concassée, l'autre de la pierre ponce humectée avec de l'acide sulfurique monohydraté.

(2) La combustion complète de 0gr,500 de sucre doit fournir : eau = 0,2895; CO^2 = 0,7718.

» Si l'on observe maintenant que dans les quatorze premières expériences le carbone *était chauffé au rouge pendant que l'oxygène en opérait la combustion*, tandis que, dans les expériences nos 15, 16, 17 et 18, *le carbone n'était chauffé que quand cela était nécessaire*, soit pour commencer sa combustion, soit pour lui donner suite quand elle cessait, on arrive à cette conclusion :

» 3° Le carbone, de même que les produits volatils, peut être com-

plétement brûlé sous la double influence de la chaleur et d'un courant d'oxygène.

» On peut opérer la combustion des produits volatils dans des tubes dont le diamètre intérieur est de 15 millimètres (et à plus forte raison quand ce diamètre atteint ou dépasse 18 millimètres), alors même que la vitesse du courant d'oxygène n'est que de 30 bulles par minutes (cette vitesse correspond à un débit de 500 centimètres cubes à l'heure). Ce courant d'oxygène est évidemment très-faible, et l'on comprend qu'en augmentant sa vitesse jusqu'à 60 ou 80 bulles par minute on obtienne des résultats dont l'exactitude ne laisse rien à désirer.

» Quant au carbone, il est sûrement transformé en acide carbonique si l'on a soin de le faire brûler sous l'influence d'un courant d'oxygène dont la vitesse correspond à un débit de 1 $\frac{1}{4}$ litre à 1 $\frac{1}{2}$ litre à l'heure, et si on ne le chauffe que quand cela est nécessaire pour commencer sa combustion ou pour lui donner suite lorsqu'elle a cessé.

» En tenant compte des faits précédents, les substances organiques peuêtre brûlées aussi complétement par un courant d'oxygène que sous l'influence simultanée de ce gaz et de l'oxyde de cuivre. »

CHIMIE. — *Métallisation des substances organiques, pour les rendre aptes à recevoir les dépôts galvaniques.* Note de M. **P. Cazeneuve**, présentée par M. Charles Robin.

« Actuellement, on emploie dans l'industrie, pour rendre conducteurs de l'électricité les corps mauvais conducteurs, la plombagine et les poudres métalliques.

» Toutes les fois qu'il s'est agi de recouvrir des objets délicats ou de métalliser des moules offrant des saillies ou des dépressions très-peu accentuées, on a reconnu que l'application purement mécanique des poudres conductrices impalpables donnait une conductibilité inégale, ou éteignait certains détails figurés importants. C'est pourquoi généralement la métallisation s'opère en réduisant sur l'objet lui-même certains sels métalliques et en particulier les sels d'argent. L'objet est imprégné d'une solution aqueuse ou mieux alcoolique de nitrate d'argent que l'on peut réduire par la lumière solaire, par l'hydrogène, par les hydrogènes phosphoré, sulfuré, arsénié ou par le phosphore. La lumière solaire et l'hydrogène doivent être rejetés pour leur action lente et incomplète. Les hydrogènes arsénié, phosphoré, sulfuré, ont des qualités éminemment toxiques qui doivent les ex-

pulser de la pratique. Reste le phosphore que l'on a conseillé en solution concentrée dans le sulfure de carbone.

» Les vapeurs provenant de cette solution sont essentiellement actives comme agent réducteur. Mais il y a là une source d'inquiétude pour l'industriel qui manie un produit très-dangereux par ses propriétés inflammables.

» Le procédé que nous proposons offre l'avantage d'être plus rapide que le précédent, tout en donnant à l'opérateur la plus entière sécurité. Le nitrate d'argent est réduit à l'aide des vapeurs mercurielles. C'est là une application qui ressort des expériences de M. Merget.

» Le nitrate d'argent qui sert à la métallisation est dissous dans l'alcool méthylique (esprit-de-bois), qui offre sur l'eau l'avantage de s'évaporer rapidement et d'imprégner plus complétement l'objet de nature animale ou végétale qui retient toujours de l'air dans ses cellules. L'alcool ordinaire coûterait davantage et serait un moins bon dissolvant du sel argentique. Une solution à 10 pour 100 suffit géneralement; on ajoute 3 pour 100 d'acide nitrique pour éviter la réduction du nitrate au sein de l'alcool.

» Après une macération plus ou moins longue, suivant les cas, l'objet est égoutté, puis séché à l'aide d'une agitation rapide. Encore légèrement humide, il est mis au-dessus d'une solution saturée de gaz ammoniac. Quelques secondes d'exposition suffisent à la formation d'azotate double d'argent et d'ammoniaque très-facilement réductible. Le dessiccation de l'objet est achevée à une douce température. On fait alors intervenir les vapeurs mercurielles. Une cuvette à double fond reçoit le mercure à sa partie supérieure, et à sa partie inférieure de l'eau est maintenue bouillante à l'aide d'une faible flamme. L'objet, suspendu à peu de distance de la surface mercurielle, est complétement métallisé au bout de quelques minutes. Il est parfois très-brillant sous l'influence de l'amalgamation par excès de vapeurs mercurielles. Avec un peu d'habitude on reconnaît le moment où l'objet peut être porté dans les bains galvanoplastiques.

» Pour satisfaire à toutes les règles de l'hygiène, la cuve à mercure sera établie sous une hotte où seront entraînées les vapeurs.

» Nous avons pu recouvrir d'une couche de cuivre régulière des feuilles, des fleurs, des insectes et autres objets organiques, en employant cette méthode, appelée à rendre à l'industrie de réels services. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *De l'action de la digitale comparée à celle des sels biliaires sur le pouls, la tension artérielle, la respiration et la température.* Note de MM. **V. Feltz** et **E. Ritter**, présentée par M. Robin.

« Sur les indications de M. le professeur Bouillaud (*Comptes rendus* du 6 mars 1876), nous avons institué une série d'expériences ayant pour but d'établir le parallèle entre l'action des sels biliaires et celle de la digitale sur les principales fonctions. Nous sommes arrivés aux résultats suivants :

» A. Par les sels biliaires et l'infusion de digitale ($\frac{1}{100}$) administrés à des doses non toxiques, la température baisse environ d'un degré pour les deux substances, la tension artérielle descend de 2 à 3 centimètres de mercure pour les sels biliaires et de 6 à 7 centimètres pour la digitale; la respiration devient irrégulière dans les deux cas sans grands écarts de la normale; le pouls baisse sous l'influence des deux poisons. La seule différence à noter, c'est que, avec la digitale, la descente extrême dure très-peu et est suivie d'une accélération qui peut se maintenir durant vingt-quatre heures; par les sels biliaires, la diminution du nombre des battements se maintient plus longtemps, mais n'est pas suivie d'une précipitation anomale. Les animaux mis sous l'influence des sels biliaires perdent moins de poids que ceux que l'on digitalise; chez les premiers la diminution ne dépasse pas 300 grammes et atteint près de 800 grammes chez les seconds.

» A la suite de section des pneumogastriques et des sympathiques, d'empoisonnement par les sels biliaires et la digitale, le pouls est encore impressionné dans le premier cas et ne l'est nullement dans le second, la température et la respiration continuant à se comporter de même.

» B. Pour les doses toxiques, on ne peut comparer que les cas d'empoisonnement biliaire, où la mort se fait attendre quelques heures, à ceux où l'on administre la digitale à haute dose. Chez les animaux qui meurent par intoxication biliaire, la température et le pouls fléchissent régulièrement jusqu'à la mort; on en peut accuser l'altération morphologique du sang et les hémorrhagies qui en sont les conséquences. Chez les chiens digitalisés à raison de 4 centimètres cubes d'infusion par kilogramme de leur poids, la température baisse progressivement et très-régulièrement de 7 à 8 degrés, les pulsations du pouls diminuent après des oscillations plus ou moins fortes jusqu'à la moitié de leur chiffre normal. La tension artérielle fléchit dès le principe de l'expérience et tombe jusqu'à 3 centimètres de mercure. Il y a

parfois, dans les cas de digitalisation, mort subite ; celle-ci survient toujours à un moment où le pouls est très-accéléré et très-petit sans que la diminution de la tension artérielle et de la température puisse encore faire prévoir l'agonie. On n'observe jamais d'altérations, ni chimiques, ni morphologiques du sang.

» C. Le pouls ne fléchissant pas chez les animaux digitalisés après la section des pneumogastriques et des sympathiques, comme cela a lieu chez les animaux intoxiqués par les sels biliaires, le sang ne présentant nulle altération comparable à celle qui est signalée et démontrée dans les empoisonnements par la bile, l'action sur le tissu musculaire curarisé ou non n'étant pas la même dans les deux cas, nous pouvons conclure que l'effet de la digitale s'exerce bien plus sur le système nerveux que sur le sang ou le tissu musculaire, comme cela a lieu pour les sels biliaires. Le genre de mort tend encore à établir cette différence ; car, dans toutes nos autopsies d'animaux morts par la digitale, nous avons toujours trouvé le cœur en état de relâchement, renfermant à peu de chose près la même quantité de sang dans chaque ventricule. Nous n'avons jamais trouvé de cœur en état de contraction tétanique, comme c'est la règle dans les intoxications biliaires, et toutes les fois que nous avons eu l'occasion d'examiner un cœur peu de temps après la mort, nous avons pu constater par la pile électrique que le muscle cardiaque n'avait pas perdu sa contractilité. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'appareil vasculaire des Trématodes.* Note de M. **A. Villot.**

« Les belles recherches de M. le professeur Blanchard sur l'organisation des Trématodes ont été complétées, dans ces derniers temps, par les investigations de plusieurs naturalistes étrangers. Leuckart, Walter, Stieda, Blumberg et Salensky, mettant à profit les récents perfectionnements du microscope et de la technique histologique, nous ont donné, sur la structure intime de ces Vers, des détails de la plus haute importance. Mais il existe entre les divers auteurs, au point de vue de l'interprétation des faits, des divergences telles, que l'on ne saurait considérer le sujet comme entièrement épuisé.

» Mes observations ont porté sur un beau Distome, ayant jusqu'à $0^m,050$ de long sur $0^m,010$ de large, que l'on n'a trouvé jusqu'ici que dans l'estomac du Requin bouclé (*Echinorhinus spinosus*). C'est le *Distoma Scimna*

de Risso, le *Distomum insigne* de Diesing. Par sa forte taille et la consistance de ses tissus, cette espèce se prêtait mieux que toute autre aux recherches d'anatomie fine, et il m'a été facile, au moyen du procédé de Flemming, d'en obtenir une série de coupes longitudinales et transversales. Ces coupes, colorées ensuite par le picrocarminate d'ammoniaque ou par l'hématoxyline, m'ont permis d'étudier, dans les meilleures conditions, les éléments les plus délicats de l'appareil vasculaire.

» L'appareil vasculaire des Trématodes se divise naturellement en deux parties : l'une centrale, l'autre périphérique. La portion centrale est représentée par une utricule contractile, simple, double ou bifurquée, qui s'étend souvent dans toute la longueur du corps et qui se termine, à l'extrémité postérieure, par le *foramen caudale*. Elle a été décrite et figurée chez un grand nombre d'espèces et peut être considérée maintenant comme parfaitement connue. La portion périphérique, au contraire, est encore aujourd'hui très-controversée. Elle se compose, ainsi qu'on peut s'en convaincre sur mes préparations, d'un réseau capillaire qui pénètre dans toutes les régions du corps. Les vaisseaux déliés qui le constituent forment, en s'anastomosant, de véritables sinus, qui ont quelquefois, chez le *Distoma scimna*, $0^{mm},080$ de long sur $0^{mm},040$ de large. Ces dilatations vasculaires sont distribuées dans toute la masse du parenchyme; mais elles se montrent avec une abondance toute particulière dans la zone moyenne de cette partie du corps. Les plus fortes et les plus faciles à étudier se trouvent dans les ventouses et dans le bulbe œsophagien, entre les fibres musculaires qui forment la charpente de ces organes. Le tissu compacte qui entoure la vésicule séminale externe et le conduit éjaculateur, que l'on désigne dans les descriptions sous le nom tout à fait impropre de *poche du cirrhe*, n'est autre chose qu'une agglomération de ces sinus dans un stroma musculaire. Les derniers observateurs qui se sont occupés de l'organisation des Trématodes ont vu ces vésicules ramifiées si remarquables; mais ils les ont singulièrement interprétées : tous les ont pris pour des cellules. Walter, qui savait fort bien que ces soi-disant cellules appartiennent au réseau vasculaire, les avait comparées aux corpuscules conjonctifs du tissu muqueux de Virchow. Celles qui sont logées dans les ventouses et dans le bulbe œsophagien ont été considérées comme de nature glandulaire par Leuckart, comme de nature nerveuse par Stieda. Telles sont encore les cellules problématiques (*problematische Zellen*) que Salensky a signalées tout récemment dans le parenchyme du *Monostomum foliaceum* (Prud.).

Les ramifications libres du réseau capillaire se terminent, soit dans les téguments, qu'elles criblent de milliers de pores, soit dans l'intestin, dont elles traversent la couche épithéliale. Tous ces vaisseaux ont des parois très-minces, finement granuleuses, et contiennent dans leur intérieur un liquide ordinairement incolore, mais dans lequel se trouvent en suspension des globules réfringents. Ces globules paraissent jaunes à la lumière transmise, d'un blanc laiteux ou crétacé à la lumière réfléchie. L'hématoxyline les colore presque instantanément en bleu ou en violet foncé. Leur composition chimique, d'après Lieberkühn, est analogue à celle de la guanine.

» L'appareil vasculaire des Trématodes, à en juger par ses caractères anatomiques, doit avoir des fonctions multiples. La nature excrémentitielle des globules réfringents, l'accumulation de ces globules dans les sinus et dans l'utricule terminale, leur expulsion par le *foramen caudale* se rapportent évidemment à l'excrétion; la respiration a son siége naturel dans la portion cutanée du réseau capillaire, qui est pourvue de cils vibratiles; l'absorption peut s'accomplir au moyen des fines ramifications qui pénètrent dans l'intestin, et la circulation s'effectuer dans l'ensemble de l'appareil. Ce serait un nouvel exemple de cette tendance au *cumul des fonctions* qui accompagne toujours la dégradation de l'organisme; tendance qui n'est que la contre-partie du principe de la division du travail, si heureusement formulé par M. le professeur H.-Milne Edwards. La simplification de la structure nécessitait ici le mélange du liquide nutritif avec les éléments destinés à être éliminés et la réunion de quatre fonctions, l'absorption, la circulation, la respiration et l'excrétion sur un seul et même système. Le nom d'*appareil excréteur* qu'on lui donne généralement aujourd'hui ne lui convient donc qu'en partie, et il me semble qu'on pourrait le remplacer avec avantage par celui d'*appareil vasculaire*, qui est l'expression d'un fait anatomique indiscutable. »

M. **H. Pellet** adresse une Note sur un procédé de dosage de l'acide sulfurique et des sulfates solubles au moyen des liqueurs titrées. (Extrait.)

« Ce procédé comprend trois opérations distinctes : 1° précipitation de l'acide sulfurique par un excès de chlorure de baryum; 2° précipitation du chlorure de baryum en excès par du chromate jaune de potasse; 3° dosage du chromate de potasse à l'aide des solutions titrées de protochlorure de fer et de permanganate de potasse. »

M. **Ch. Rabache** adresse une Lettre contenant plusieurs réclamations de priorité.

Les membres de l'Académie qui s'occupent des diverses questions traitées dans cette Communication seront priés de l'examiner.

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE

Ouvrages reçus dans la séance du 22 mai 1876.

(suite.)

Don Miguel Luis Amunategui, candidato a la presidencia de la Republica; por Diego Barros Arana. Santiago, Imp. de *El ferrocarril*, 1875; in-18.

Anuario hidrografico de la Marina de Chile, publicado por la oficina respectiva; año 1. Santiago, Imp. nacional, 1875; in-8°.

Memoria de Hacienda presentada al congreso nacional por el Ministro del Ramo en 1875. Santiago, Imp. nacional, 1875; in-8°.

Memoria de Relaciones esteriores i de Colonizacion presentada al congresso nacional de 1875. Santiago, imp. de la Republica, 1875; in-8°.

Cuenta jeneral de las entradas y gastos fiscales de la Republica de Chile en 1874. Imp. de la Libreria del *Mercurio*, 1875; in-8°.

Memoria de Guerra i Marina presentada al congreso nacional por el Ministro del Ramo en 1875. Santiago, Imp. nacional, 1875; in-8°.

Memoria del Interior presentada al congreso nacional por el Ministro del Ramo en 1875; vol. II. Santiago, Imp. nacional, 1875; in-8°.

Memoria del Interior presentada al congreso nacional por el Ministro del Ramo en 1875; vol. I. Santiago, Imp. nacional, 1875; in-8°.

Memoria de Justicia, Culto e Instruccion publica, presentada al congreso nacional por el Ministro del Ramo en 1875. Santiago, Imp. nacional, 1875; in-8°.

(A suivre.)

DATES.	BAROMÈTRE A MIDI réduit à zéro.	THERMOMÈTRES du jardin. Minima.	Maxima.	Moyenne.	Moyenne vraie.	Écart de la normale.	THERMOMÈTRE ÉLECTRIQUE à 20 mètres.	ACTINOMÈTRE.	THERMOMÈTRES du sol. Surface.	à 0m,20.	à 1m,00.	TENSION DE LA VAPEUR.	ÉTAT HYGROMÉTRIQUE.	UDOMÈTRE (à 1m,80).	ÉVAPOROMÈTRE.	ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE.	MAGNÉTISME TERRESTRE (moyennes diurnes). Déclinaison.	Inclinaison.	Intensité horizontale.	Intensité totale.	VENTS à 20 mètres. Direction moyenne	Vitesse moyenne en kilomètres à l'heure.	Pression moyenne en kilogrammes par mètre carré.	DIRECTION DES NUAGES.	NÉBULOSITÉ (0 à 10).	REMARQUES.
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	
	mm	o	o	o	o	o	o		o	o	o	mm		mm	mm		o '	o '				km	kg			
1	750,5	6,9	11,3	9,1	6,9	-5,4	6,5	10,1	6,6	11,0	//	6,8	91	3,6	0,3	17	17.17,6	65.35,8	1,9329	4,6591	SW puis N	16,6	2,60	WSW puis N	9	Continuellement pluvieux, sauf le soir.
2	56,9	2,1	10,6	6,4	5,1	-7,3	4,9	28,5	4,7	9,5	//	5,7	86	2,6	2,7	103	18,7	35,9	9338	6616	variable.	11,6	1,27	NW-NE	7	Pluie le jour mêlée parfois de grêle ou neige.
3	59,8	2,6	11,7	7,2	6,3	-6,3	6,7	27,2	5,9	9,2	//	5,3	76	0,0	2,5	-107	19,1	34,8	9342	6590	NNE	18,3	3,16	NE	6	Un peu de grêle et pluie vers le milieu du jour.
4	64,7	2,9	14,5	8,7	8,8	-4,0	9,0	56,5	9,3	9,4	//	4,9	62	//	4,3	142	18,1	34,9	9342	6593	NNE	18,4	3,19	NE	3	»
5	61,9	3,1	16,8	10,0	9,9	-3,1	10,6	53,7	10,6	10,2	//	4,8	56	//	4,2	301	17,1	35,1	9335	6583	NE	16,5	2,56	ENE	2	Rosée le matin.
6	57,5	5,1	16,9	11,0	10,6	-2,5	11,3	53,5	11,5	11,0	//	5,2	57	//	6,2	18	17,6	34,7	9330	6561	NNE	23,8	5,44	NE	2	»
7	58,1	5,1	17,5	11,3	11,3	-1,9	11,5	63,5	12,1	11,4	//	4,9	50	//	6,8	399	17,9	35,2	9332	6580	NE	27,0	6,87	ENE	2	Assez beau, mais rafales.
8	57,8	3,5	16,7	10,1	9,9	-3,4	10,2	54,8	10,5	11,5	//	4,1	47	//	9,0	-426	17,7	34,4	9324	6536	NNE	33,4	10,59	NE	0	Assez beau, mais rafales.
9	56,1	4,0	13,7	8,9	9,5	-3,9	9,6	33,9	9,2	11,1	//	4,7	53	//	6,6	-74	17,2	34,9	9328	6560	NE	(23,3)	(5,12)	ENE k	9	»
10	56,0	4,1	15,7	9,9	9,9	-3,5	10,9	41,2	9,0	11,3	//	4,4	51	//	4,7	589	17,6	35,8	9329	6591	NE	18,5	3,22	E¼SE	5	»
11	53,9	5,1	17,2	11,2	11,9	-1,6	12,2	61,1	12,7	12,0	//	4,0	41	//	5,9	395	18,6	35,5	9329	6580	ENE	18,8	3,33	WSW k	5	»
12	54,5	6,6	16,6	11,6	11,1	-2,5	11,7	42,1	11,6	12,3	//	4,3	46	//	6,4	808	18,0	35,4	9332	6587	NE	15,5	2,27	NE	6	»
13	57,5	3,2	12,3	7,8	6,8	-6,8	7,0	39,1	7,5	11,4	//	4,5	62	0,1	5,7	-17	16,7	36,7	9328	6613	N	21,1	4,20	NNE	5	Pluie par intervalles avec grêle à 3h 40m s.
14	56,2	2,8	14,2	8,5	8,5	-5,2	9,1	45,1	9,5	11,0	//	4,9	61	//	4,6	309	17,9	36,4	9325	6596	NNE	18,9	3,37	NE	4	Abondante rosée le matin.
15	53,8	3,1	16,5	8,8	10,3	-3,5	10,7	54,2	11,8	11,6	//	4,8	55	//	5,7	328	18,5	36,1	9327	6593	NE	19,2	3,47	ENE	2	Très-sec et très-peu de nuages.
16	54,0	7,1	20,8	14,0	13,7	-0,2	13,9	61,3	13,0	12,7	//	5,1	48	//	6,3	589	18,4	35,5	9326	6571	ENE	20,2	3,85	SE à SW k	2	Id. id. Bonne
17	54,1	8,5	24,0	16,3	16,2	2,2	16,3	59,7	17,9	14,1	//	5,5	43	//	7,4	403	19,0	36,2	9310	6557	ENE	23,4	5,16	ESE	2	Id. id. brise
18	54,9	8,9	22,3	15,6	14,3	0,1	14,4	59,6	16,2	15,0	//	6,1	55	//	8,2	312	18,7	35,2	9322	6556	NNE	(24,2)	(5,52)	NE à SE	0	Id. id. soutenue.
19	55,9	7,0	21,7	14,4	14,1	-0,2	14,4	60,4	15,7	15,2	//	5,9	51	//	7,9	624	17,9	35,2	9322	6555	NNE	27,1	6,92	N à E	2	Id. id.
20	59,4	5,4	19,9	12,7	12,5	-1,9	13,1	60,6	14,5	15,3	//	3,4	35	//	8,6	1588	18,6	34,7	9330	6561	NNE	16,9	2,69	//	0	L'hygromètre descend à 0,17. Très-beau temps.
21	58,9	4,8	22,5	13,7	14,4	-0,1	15,0	60,0	16,6	15,6	//	5,6	49	//	5,9	194	19,1	35,9	9324	6580	NNE puis S	7,9	0,59	//	0	Beau temps.
22	53,7	4,4	23,8	14,1	15,3	0,6	15,5	63,2	16,6	16,0	//	6,5	55	//	5,4	401	19,8	35,0	9322	6550	SW	18,9	3,37	SW k	7	Couvert le soir et pluvieux.
23	53,9	8,3	18,7	13,5	12,0	-2,8	11,9	31,2	12,2	15,4	//	8,3	81	1,9	2,6	18	18,5	35,8	9321	6570	WSW	19,0	3,40	W	9	Continuellement pluvieux.
24	48,4	7,4	14,6	11,0	10,1	-4,9	10,3	28,7	10,2	14,0	//	8,4	91	4,1	1,1	13	17,9	35,2	9340	6599	SW	17,3	2,82	SSW	9	Continuellement pluvieux.
25	48,5	6,3	16,0	11,2	9,2	-5,9	9,3	26,0	10,8	13,2	//	7,4	83	0,6	1,7	1	* 16,2	36,6	9325	6603	SW-NW	15,0	2,12	W à NW	8	Petites pluies intermittentes le jour.
26	51,4	3,7	12,5	8,1	9,6	-5,7	9,3	33,8	10,6	12,4	//	8,1	90	0,7	1,4	3	19,8	36,3	//	//	NW	12,7	1,52	WNW	10	Pluies faibles, mais très-fréquentes.
27	52,3	8,5	15,5	12,0	11,9	-3,5	11,6	20,3	11,4	12,6	//	9,8	94	0,7	1,1	3	18,8	36,5	//	//	WNW	14,7	2,04	W à NW	9	Continuellement pluvieux.
28	61,1	9,7	20,2	15,0	14,6	-0,9	15,4	36,7	15,2	13,3	//	9,3	77	0,0	2,0	//	19,3	35,9	//	//	NNW	8,6	0,70	NW	8	Abondante rosée le jour.
29	60,8	10,5	25,1	17,8	16,7	1,0	17,2	49,5	18,8	15,1	//	9,4	69	//	2,9	//	19,0	35,2	//	//	N à W	6,1	0,35	SW	2	Faible rosée le soir.
30	58,3	9,4	27,9	18,7	19,4	3,6	19,2	51,2	20,4	16,6	//	9,4	65	//	3,5	-107	18,0	34,8	//	//	variable.	6,9	0,45	S à W	3	»
31	57,1	10,4	21,0	15,7	14,2	-1,8	14,6	64,8	15,4	17,3	//	7,3	60	//	5,0	451	18,4	34,8	//	//	N	18,0	3,05	NW	1	Assez beau temps.

(6) La température normale est déduite de la courbe rectifiée des températures moyennes de soixante années d'observatio[n].
(8) Moyennes des cinq observations. — Les degrés actinométriques sont ramenés à la constante solaire 100.
(5) (7) (9) (10) (11) (12) (13) (16) Moyennes des observations sexhoraires.
(14) (15) La journée commence et finit à 6 heures du soir : la date étant celle de la dernière observation.

[(18] à 21) * Perturbations.
[(18], 19) Valeurs déduites des mesures absolues prises sur la fortification.
[(20], 21) Valeurs déduites des mesures absolues faites au pavillon magnétique.
[(22]) (25) Le signe W indique l'ouest, conformément à la décision de la Conférence internationale de Vienne.
[(23]) Vitesses maxima : les 7 et 8, de 50 à 55 kilomètres; le 19, 44 kilomètres. Les vents régnants de NE ont donné des vitesses [moye]nnes maxima de 34 kilomètres.

Moyennes horaires et moyennes mensuelles (Mai 1876).

	6h M.	9h M.	Midi.	3h S.	6h S.	9h S.	Minuit.	Moyennes.
	'	'	'	'	'	'	'	° '
Déclinaison magnétique .... 17°+	12,8	17,4	24,2	23,3	20,4	18,0	15,6	17.18,2
Inclinaison » .... 65°+	36,3	35,8	34,9	34,8	35,1	35,6	35,6	65.35,5
Force magnétique totale (25 jours)..... 4,+	6598	6565	6541	6551	6574	6595	6586	4,6575
Composante horizontale » ..... 1,+	9328	9320	9321	9324	9330	9333	9329	1,9327
Électricité de tension (29 jours) (1)..........	385	86	−33	−218	87	571	565	251
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Baromètre réduit à 0°......................	756,57	756,56	756,06	755,63	755,64	756,47	756,69	756,24
Pression de l'air sec......................	750,34	750,26	750,14	749,82	749,64	750,16	750,45	750,14
Tension de la vapeur en millimètres.........	6,23	6,30	5,92	5,81	6,00	6,31	6,24	6,10
État hygrométrique.........................	76,5	57,3	47,8	45,4	52,0	64,3	74,2	62,6
	°	°	°	°	°	°	°	°
Thermomètre du jardin......................	8,08	12,68	15,11	15,61	14,14	10,97	8,43	11,44
Thermomètre électrique à 20 mètres..........	8,96	12,23	14,44	15,19	14,28	11,50	9,13	11,70
Degré actinométrique.......................	37,25	59,28	64,10	55,00	15,26	»	»	46,18
Thermomètre du sol. Surface.................	8,60	17,80	20,67	19,57	13,15	8,99	6,15	12,14
» à $0^m,02$ de profondeur...	9,85	12,67	15,50	16,69	15,26	13,18	11,58	13,05
» à $0^m,10$ » ...	11,32	11,54	12,96	14,46	14,79	14,05	13,04	13,03
» à $0^m,20$ » ...	12,31	12,02	12,19	12,86	13,49	13,62	13,33	12,83
» à $0^m,30$ » ...	12,46	12,27	12,20	12,40	12,76	13,02	13,01	12,61
» à $1^m,00$ » ...	»	»	»	»	»	»	»	»
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Udomètre à $1^m,80$.........................	0,8	0,2	1,1	4,6	5,7	0,8	1,1	t. 14,3
Pluie moyenne par heure....................	0,13	0,07	0,37	1,53	1,90	0,27	0,37	»
Évaporation moyenne par heure (2)...........	0,08	0,15	0,30	0,34	0,33	0,23	0,15	t. 147,5
Vitesse moy. du vent en kilom. par heure.....	14,04	16,21	21,37	22,36	20,97	17,74	16,49	17,90
Pression moy. du vent en kilog. par mètre carré.	1,83	2,48	4,30	4,71	4,14	2,97	2,56	3,02

Moyennes horaires.

Heures.	Déclinais.	Pression.	Température.		Heures.	Déclinais.	Pression.	Température.	
			à 2m.	à 20m.				à 2m.	à 20m.
	° '	mm	°	°		° '	mm	°	°
1h matin....	17.15,2	756,54	7,66	8,57	1h soir......	17.24,7	755,90	15,40	14,81
2 »	14,8	56,39	6,97	8,14	2 »	24,2	55,75	15,57	15,08
3 »	14,3	56,30	6,51	7,90	3 »	23,3	55,62	15,59	15,18
4 »	13,6	56,33	6,47	7,89	4 »	22,1	55,53	15,40	15,15
5 »	13,0	56,45	6,98	8,25	5 »	21,1	55,51	14,92	14,85
6 »	12,8	56,58	8,08	8,96	6 »	20,4	55,62	14,14	14,28
7 »	13,4	56,67	9,58	9,95	7 »	19,8	55,85	13,12	13,47
8 » .. .	15,0	56,67	11,20	11,11	8 »	18,9	56,15	12,02	12,49
9 » . ..	17,4	56,58	12,69	12,22	9 »	18,0	56,46	10,97	11,50
10 »	20,1	56,41	13,85	13,18	10 »	17,1	56,69	10,05	10,58
11 »	22,6	56,24	14,64	13,93	11 »	16,2	56,76	9,22	9,77
Midi.........	24,2	56,06	15,11	14,44	Minuit.......	15,6	56,70	8,43	9,12

Thermomètres de l'abri (moyennes du mois.)

Des minima.......... 5°,8 · Des maxima........ 17°,7 Moyenne............. 11°,8

Thermomètres de la surface du sol.

Des minima..... .... 3°,5 Des maxima.. ..... 30°,4 Moyenne............. 17°,0

Températures moyennes diurnes par pentades.

1876. Mai 1 à 5.....	7°,4	Mai 11 à 15.....	9°,7	Mai 21 à 25.....	12°,2
» 6 à 10....	10,2	» 16 à 20......	14,2	» 26 à 30.....	14,4

(1) Unité de tension, la millième partie de la tension totale d'un élément Daniell pris égal à 28700.
(2) En centièmes de millimètre et pour le jour moyen.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 JUIN 1876.

PRÉSIDENCE DE M. LE VICE-AMIRAL PÂRIS.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Critique expérimentale sur la glycémie* (suite). *Des conditions physico-chimiques et physiologiques à observer pour la recherche du sucre dans le sang.* Note de M. Cl. Bernard.

« Dans une précédente Communication (1), j'ai retracé l'histoire critique des recherches faites avant moi sur la présence du sucre dans le sang. Aujourd'hui, je vais fixer les conditions précises dans lesquelles il convient d'instituer les expériences nouvelles.

» Le physiologiste doit, dans toutes ses investigations sur les êtres vivants, avoir égard à deux ordres de considérations : en premier lieu, il faut trouver des procédés anatomiques ou physico-chimiques d'expérimentation aussi précis et aussi simples que possible; en second lieu, il faut déterminer avec le plus grand soin toutes les conditions physiologiques des phénomènes vitaux.

» On est assez généralement convaincu aujourd'hui de la nécessité d'avoir de bons instruments pour expérimenter en Physiologie; mais on est beau-

(1) *Comptes rendus*, 10 avril 1876.

coup moins pénétré de l'idée que la véritable exactitude dans la science des phénomènes de la vie réside particulièrement dans la détermination rigoureuse des conditions organiques dans lesquelles on opère. Il ne faut, en effet, jamais perdre de vue un seul instant que l'organisme vivant, surtout celui des animaux à sang chaud, est le terrain le plus instable et le plus mobile qu'on puisse imaginer. Toutes les excitations du système nerveux amènent incessamment des variations de pression sanguine, des ébranlements plus ou moins profonds dans les appareils fonctionnels, et à chaque instant, à chaque minute, les tissus et les fluides animaux changent et se modifient comme les manifestations vitales elles-mêmes. C'est pour toutes ces raisons qu'il faut constamment chercher à réunir, dans les procédés d'investigations physiologiques, ces deux conditions essentielles : la précision et la célérité.

» Dans l'étude expérimentale de la glycémie qui va suivre, nous examinerons d'abord quelles sont les méthodes physico-chimiques les plus propres à la recherche du sucre dans le sang; nous indiquerons ensuite les procédés de vivisection les plus rapides et les plus convenables pour extraire le sang des vaisseaux, ainsi que les conditions physiologiques délicates qu'il faut remplir pour obtenir de bonnes expériences.

» Cette double connaissance nous est, en effet, indispensable si nous voulons, d'une part, prouver la justesse de notre critique sur les travaux anciens, et, d'autre part, établir pour l'avenir une discipline physiologique plus sévère.

A. — Des moyens physico-chimiques propres a déceler la présence du sucre dans le sang.

» Le sucre qui se rencontre normalement dans le sang de l'homme et des animaux est le même que celui qui se trouve dans l'urine des diabétiques. Il se range parmi les sucres de la seconde espèce, les glycoses; il dévie à droite le plan de polarisation; il subit la fermentation alcoolique sous l'influence de la levûre de bière, réduit les sels de cuivre dissous dans la potasse, se colore en jaune ou en brun par l'ébullition avec les alcalis. On peut encore concentrer la matière sucrée ou la précipiter de sa solution alcoolique au moyen de l'éther, et obtenir ainsi le sucre du sang en nature.

» Tous les caractères chimiques précédemment énumérés doivent se trouver réunis pour que la démonstration de la présence du sucre soit complète. Une seule réaction ne saurait suffire pour caractériser un prin-

cipe immédiat, ainsi que le faisait remarquer notre illustre doyen, M. Chevreul, dans une de nos dernières séances. La réduction des sels de cuivre, par exemple, dissous dans la potasse (liqueur de Barreswil) ou dans la soude (liqueur de Fehling), est un caractère très-précieux à cause de sa grande sensibilité; mais, si l'on se contentait de cette réaction empirique, sans l'entourer des plus grandes précautions, on pourrait, dans certains cas, être embarrassé ou même induit en erreur.

» Pour démontrer la présence du sucre dans le sang, il n'est pas possible, on le comprend, d'en constater directement les caractères physico-chimiques. Pour procéder avec certitude, il faut d'abord dégager la substance sucrée des matières albumineuses du liquide sanguin. Pour cela plusieurs moyens ont été mis en usage : 1° on coagule le sang par l'eau bouillante ou par la vapeur d'eau surchauffée, on concentre et l'on décolore ensuite le liquide ; 2° on coagule le sang par une quantité suffisante d'alcool : la solution alcoolique est évaporée, puis reprise par l'eau et décolorée; 3° j'ai proposé la coagulation et la décoloration du sang par les sels et particulièrement par le sulfate de soude.

» A l'aide de tous ces moyens, on peut obtenir, comme on le voit, la matière du sang contenue tantôt dans une dissolution aqueuse, tantôt dans une dissolution alcoolique, tantôt dans une dissolution saline. Je n'ai pas l'intention d'examiner ici l'emploi de chaque procédé en détail et suivant tous les cas : il me suffira de rapporter trois exemples pour montrer que chacune des trois méthodes précédemment indiquées permet de constater tous les caractères du sucre dans le sang.

» PREMIÈRE EXPÉRIENCE : *Coagulation du sang par la vapeur d'eau surchauffée.* — Sur un chien de très-forte taille, nourri de viande et en pleine digestion, on aspira, à l'aide d'une sonde, du sang veineux que l'on jetait immédiatement dans un vase cylindrique de grès au fond duquel arrivait sous pression un jet de vapeur d'eau surchauffée destiné à crisper et à coaguler instantanément les matières albumineuses sanguines. On traita de cette manière 420 grammes de sang et l'on soumit le caillot bouillant à une petite presse pour en extraire le liquide renfermant le sucre. On obtint ainsi 250 centimètres cubes d'un liquide rougeâtre qui, traité à chaud par le noir animal, donna une liqueur limpide incolore. Cette liqueur réduisait abondamment le liquide de Fehling; examinée au saccharimètre à pénombre de Laurent, elle déviait à droite le plan de polarisation d'une manière très-nette (elle donnait 1°,25, ce qui équivaut à $2^{gr},98$ de glycose pour 1000). On concentra ensuite le liquide sous le vide d'une trompe, et

l'on constata qu'à mesure de sa concentration les caractères de réduction aux réactifs cuivriques et de déviation au saccharimètre allaient en augmentant d'intensité. On continua l'évaporation jusqu'à siccité, puis on reprit à plusieurs fois le résidu par de l'alcool à 40 degrés pour dissoudre toute la matière sucrée qu'il renfermait, puis on évapora à son tour la solution alcoolique. Il en résulta une matière extractive jaunâtre dans laquelle on retrouvait toutes les réactions du sucre (glycose), sauf le caractère organoleptique sucré qui était masqué par la saveur salée due aux sels et particulièrement aux chlorures que renfermait l'extrait.

» En reprenant ces sortes d'extraits par de l'alcool de plus en plus concentré, on finit, si l'on a une assez grande quantité de matière, par obtenir dans le produit final une substance concrète, attirant l'humidité de l'air, devenant comme sirupeuse et accusant assez nettement la saveur sucrée.

» DEUXIÈME EXPÉRIENCE : *Coagulation du sang par l'alcool.* — Sur un chien de forte taille, nourri avec de la viande et en digestion, on retira 760 grammes de sang veineux à l'aide d'une sonde introduite jusque dans la veine cave. On le jeta immédiatement dans trois fois son volume d'alcool à 40 degrés. On passa ensuite le tout sur une flanelle et l'on obtint un liquide alcoolique limpide, mais légèrement rosé. On l'acidula par quelques gouttes d'acide acétique et on le mit évaporer jusqu'à siccité sous le vide de la trompe. On divisa le résidu évaporé en deux parties : l'une fut reprise par l'eau, décolorée par le noir animal; on y constata au saccharimètre la déviation à droite du plan de polarisation, la réduction des sels de cuivre, ainsi que la fermentation alcoolique. L'autre partie fut reprise par l'alcool à 40 degrés. En versant dans ce liquide quelques gouttes d'une solution alcoolique de potasse, il se forma un précipité nuageux qui donna les caractères du sucrate de potasse. En y ajoutant de l'éther sulfurique en excès, on précipita le sucre qui, par le repos, tomba au fond, tandis que les matières salines se cristallisèrent sur les parois de l'éprouvette.

TROISIÈME EXPÉRIENCE : *Coagulation du sang par le sulfate de soude.* — Sur un chien nourri de viande depuis plusieurs jours, mais à jeun depuis la veille, pesant 21 kilogrammes, j'ai retiré par l'artère crurale 700 grammes de sang qu'on fit cuire immédiatement avec 700 grammes de sulfate de soude en petits cristaux; on soumit ensuite le sang cuit à la presse et l'on obtint 705 centimètres cubes de liquide parfaitement limpide et incolore. On laissa refroidir jusqu'au lendemain; une abondante cristallisation s'y était formée, ce qui permit de décanter les eaux mères. Après avoir constaté qu'elles réduisaient le liquide Fehling, on les examina au saccharimètre; on trouva

une déviation à droite très-nette du plan de polarisation qui correspondait à l'instrument à 1 gramme ou $1^{gr},5$ environ de sucre pour 1000.

» Le liquide étant suffisamment concentré, nous y ajoutâmes de la levûre de bière, et nous constatâmes que la solution saturée de sulfate de soude n'empêche pas la fermentation alcoolique de se manifester.

» D'autres sels de soude, tels que le chlorure, l'hyposulfite, l'acétate, le tartrate, pourraient aussi être employés pour coaguler le sang. Toutefois c'est le sulfate de soude auquel j'accorde la préférence, parce qu'il a la propriété de crisper et de décolorer bien complétement le sang, et qu'il ne s'oppose pas à la constatation des caractères physiques et chimiques du sucre.

» En résumé, nos expériences physiologiques sur la glycémie ne sauraient laisser aucun doute dans l'esprit, puisque, avec des quantités de sang relativement faibles, nous pouvons nettement constater le sucre dans le sang par tous ses caractères physiques, chimiques et organoleptiques.

» Ce point étant bien établi, il ne sera plus nécessaire, dans nos investigations physiologiques ultérieures sur la fonction glycogénique, d'accumuler l'ensemble des caractères de la matière sucrée. Une seule réaction pourra même nous suffire dans certains cas, si elle est bien étudiée et garantie contre les causes d'erreur. Nous trouvons cette condition dans la coagulation du sang par le sulfate de soude combiné avec l'emploi du liquide de Fehling, ainsi qu'il suit.

» *Expérience :* On ajoute au sang poids égal de sulfate de soude en petits cristaux, et bien exempt de magnésie. On mêle le tout dans une capsule et l'on fait cuire vivement sans ajouter d'eau et en remuant le mélange pour qu'il ne brûle pas. Bientôt la cuisson produit un caillot noir et spongieux qui nage par fragments dans un liquide alcalin plus ou moins abondant. On filtre à chaud et l'on obtient un liquide transparent, incolore, ne renfermant plus d'albumine. Dans cette dissolution de sulfate de soude, qui contient le sucre, on peut constater directement la réduction des sels de cuivre, sans qu'aucune réaction étrangère puisse intervenir, ainsi que nous nous en sommes assuré (1).

» C'est à l'aide de ce procédé commode et expéditif qu'il nous sera permis désormais, non-seulement de déceler rapidement la présence du sucre, mais aussi d'en doser la quantité dans les différents vaisseaux du système circulatoire.

---

(1) Voir *Revue scientifique,* n° 23, p. 534; 1874.

» *Dosage du sucre dans le sang.* — On se sert généralement aujourd'hui de la méthode des liquides cuivriques titrés qui fut d'abord recommandée par Barreswil. Toutefois on a substitué au liquide de Barreswil à base de potasse le liquide de Fehling à base de soude.

» Je me sers d'une liqueur de Fehling, titrée à 5 milligrammes par centimètre cube de liqueur et composée d'après une formule qui m'a été communiquée par notre savant confrère M. Peligot.

» Je ne décrirai pas le procédé chimique de dosage, qui est connu de tout le monde; je noterai seulement les particularités qui se rapportent à l'opération physiologique.

» Voici comment je procède. J'aspire avec une seringue en verre ou je reçois, au sortir des vaisseaux, dans une capsule de porcelaine tarée, une quantité déterminée de sang : 10, 15, 20 ou 25 grammes. J'ajoute aussitôt poids égal de sulfate de soude en petits cristaux avec quelques gouttes d'acide acétique et je fais cuire immédiatement et sans retard sur la flamme du gaz ou de la lampe à alcool. Nous avons déjà dit que, par la cuisson, il se produit un coagulum d'abord rutilant, puis noir, spongieux, mêlé à un liquide plus ou moins abondant; mais, comme l'évaporation a fait perdre pendant la cuisson une certaine quantité de liquide, il faut rétablir le poids primitif en ajoutant une quantité suffisante d'eau distillée. On exprime alors à chaud et l'on obtient un liquide dans lequel on dose le sucre en se servant de la pipette graduée dite *pipette de Moore*.

» A raison de la quantité relativement minime de sucre que nous avons à déceler dans le sang, nous n'agissons que sur 1 centimètre cube de liqueur cuivrique titrée. Nous chauffons dans un petit ballon de verre après avoir ajouté 20 à 25 centimètres cubes d'une solution récente de potasse concentrée, afin que, l'oxydule restant dissous, on n'ait à tenir compte que de la décoloration de la liqueur, dont on saisit facilement la limite en empêchant la rentrée de l'air dans l'appareil lorsque l'ébullition vient à cesser.

» Sachant ainsi la quantité de liquide sucré qui est nécessaire pour décolorer 1 centimètre cube de liqueur titrée de Fehling, il reste à établir, par le calcul, la quantité de sucre contenue dans la totalité du sang, en transformant en volumes les poids de sang et de sulfate de soude employés.

» Des épreuves préalables nous ont appris que le rapport du volume au poids d'un mélange à parties égales de sang et de sulfate de soude est de $\frac{4}{5}$, autrement dit que 50 grammes de sang mêlés à 50 grammes de sulfate de soude donnent 80 centimètres cubes de liquide d'essai. D'autre part, le dosage nous a montré combien de sucre renferme chaque centimètre cube

de ce liquide et, par conséquent, la totalité des centimètres cubes fournis par le sang analysé. Rien n'est plus facile que de trouver alors la quantité de sucre pour 1000 parties de sang, exprimée par cette formule $s = \frac{8000}{n}$.

» Tels sont les détails les plus essentiels que nous avions à donner relativement aux procédés physico-chimiques à l'aide desquels nous procédons à la recherche et au dosage du sucre dans le sang; mais ce n'est là qu'un côté de notre problème. Il ne nous suffit pas, en effet, de savoir quels sont les moyens physiques ou chimiques les plus convenables pour trouver ou pour doser le sucre dans le sang, mais il faut aussi que nous connaissions très-exactement les conditions physiologiques dans lesquelles on doit se placer pour faire de bonnes analyses. Cette question est capitale au point de vue de la critique physiologique que nous poursuivons. C'est là que réside le secret de la précision expérimentale, et nous pouvons dire, pour exprimer toute notre pensée, que, sans l'exactitude physiologique, la rigueur des procédés physico-chimiques est purement illusoire dans l'étude des phénomènes de la vie. »

CHIMIE. — *Sur l'absorption de l'azote et de l'hydrogène libres et purs par les matières organiques;* par M. **Berthelot.**

« 1. Je demande à l'Académie la permission de mettre sous ses yeux les appareils que j'ai employés pour étudier l'absorption de l'azote pur par les matières organiques et, plus généralement, les réactions des gaz provoqués par l'effluve électrique. Ces appareils sont de simples éprouvettes, disposées de façon à permettre l'introduction, l'extraction et la mesure rigoureuse des gaz sur la cuve à mercure, le tout aussi nettement et aussi facilement qu'avec des éprouvettes à gaz ordinaires.

» 2. *Absorption de l'azote.* — Je crois utile de donner ici quelques nouvelles expériences relatives à l'absorption de l'azote, de façon à démontrer que cette absorption a réellement lieu par les principes constitutifs des tissus végétaux, et cela, soit avec l'azote pur, soit en présence de l'oxygène, c'est-à-dire en opérant avec l'air atmosphérique.

» Le papier blanc à filtre (cellulose ou principe ligneux), légèrement humecté et mis en présence de l'azote pur, sous l'influence de l'effluve, en absorbe, dans l'espace de huit à dix heures, une dose très-notable. Il suffit de chauffer ensuite fortement le papier avec de la chaux sodée, pour en dégager une grande quantité d'ammoniaque. Le papier primitif n'en four-

nissait pas dans les mêmes conditions. L'ammoniaque ne se produit d'ailleurs que vers le rouge sombre, par la destruction d'un composé azoté particulier et fixe, précisément comme avec les carbures d'hydrogène.

» La présence de l'oxygène n'empêche pas cette absorption d'azote. Je citerai à cet égard l'expérience que voici : Les tubes de verre, au travers desquels s'exerce l'influence électrique, ayant été enduits d'une couche mince d'une solution sirupeuse de dextrine (quelques décigrammes en tout), j'y ai introduit, sur le mercure, un certain volume d'air atmosphérique.

» L'effluve ayant agi pendant huit heures environ, j'ai constaté une absorption de 2,9 centièmes d'azote et de 7,0 d'oxygène, sur 100 volumes d'air primitif. On voit que l'absorption de l'oxygène n'était pas totale dans ces conditions. Comme contrôle, j'ai repris la matière organique demeurée à la surface des tubes, et je l'ai chauffée avec de la chaux sodée; elle a dégagé en grande abondance, et seulement vers le rouge sombre, de l'ammoniaque : ce qui complète la démonstration. Je n'ai pas trouvé d'ailleurs qu'il se formât ni ammoniaque libre, ni acides azotique ou azoteux en proportion appréciable dans ces conditions. Le phénomène principal est donc la production d'un composé azoté complexe, par l'union directe de l'azote libre avec l'hydrate de carbone mis en expérience : réaction toutefois assimilable à celles qui doivent se produire au contact des matières végétales et de l'air électrisé. Il résulte de ces faits que la fixation de l'azote dans la nature n'est corrélative, d'une manière nécessaire, ni de la formation de l'ozone, ni de la production préalable de l'ammoniaque ou des composés nitreux.

» Au contraire, en opérant dans un espace clos et sans l'intervention de l'électricité, M. Boussingault, dont on connaît toute l'habileté, n'a pas réussi à constater l'absorption de l'azote. Mais l'intervention de l'électricité atmosphérique, qui n'agissait pas dans ces essais *in vitro*, me semble de nature à modifier ces conclusions et à rapprocher les résultats qui se passent à la surface du sol de ceux que j'ai observés sous l'influence de l'effluve.

» 3. *Absorption de l'hydrogène.* — Non-seulement l'azote et l'oxygène sont absorbés par les composés organiques sous l'influence de l'effluve, mais l'hydrogène l'est aussi, et même plus rapidement que l'azote.

» *Benzine.* — 1 centimètre cube de benzine a absorbé ainsi 250 centimètres cubes d'hydrogène, soit 2 équivalents environ (ou plus exactement

1,9); avec formation d'un polymère de $C^{12}H^{8}$,

$$n(C^{12}H^{16} + H^2) = (C^{12}H^8)^n.$$

Le produit formé retenait encore un peu de benzine inaltérée. Après l'évaporation spontanée de celle-ci à l'air, il reste une substance solide, résineuse, analogue à un vernis desséché, douée d'une odeur forte et désagréable. Chauffée dans une petite cornue, elle se boursoufle sans fondre et se décompose, avec reproduction d'une trace de benzine, d'un premier liquide, soluble sans résidu dans l'acide nitrique fumant et dans l'acide sulfurique fumant (ce dernier ne dégage pas d'acide sulfureux et fournit un acide conjugué entièrement soluble dans l'eau); puis vient un liquide pyrogéné plus épais, et il reste dans la cornue une substance charbonneuse très-abondante, encore hydrogénée.

» *Térébenthène.* — L'essence de térébenthine a absorbé de même, pour $C^{20}H^{16}$, jusqu'à 2,5 équivalents d'hydrogène, avec formation de produits résineux, presque solides et polymérisés.

» L'essence de térébenthine, mélangée d'eau et soumise à l'effluve, en présence de l'hydrogène, n'a pas fourni d'hydrate.

» Le *carbone pur*, soumis à l'action de l'effluve dans une atmosphère d'hydrogène, n'a fourni ni acétylène sensible ni aucun autre carbure gazeux.

» *Acétylène.* — L'acétylène, mélangé avec deux fois son volume d'hydrogène, s'est condensé à peu près comme l'acétylène pur dans les expériences de M. Thenard; cependant un certain volume d'hydrogène, un cinquième environ de celui de l'acétylène, a disparu simultanément.

» 4. J'ai été conduit, à cette occasion, à répéter les remarquables expériences de notre éminent confrère, et j'ai pu en vérifier toute l'exactitude: je demande la permission d'y ajouter quelques détails. Le composé brun condensé qui se forme est bien réellement un polymère $(C^4H^2)^n$, car le résidu gazeux (privé de l'excès d'acétylène) s'élevait seulement à 2 centièmes de l'acétylène primitif; 100 volumes de ce résidu renfermaient 4 d'éthylène, 4 d'hydrure d'éthylène, et plus de 90 d'hydrogène.

» Le polymère solide, chauffé en couche mince dans une atmosphère d'azote, se décompose brusquement et avec dégagement de chaleur : circonstance qui le distingue de tous les autres polymères connus de l'acétylène. Il donne par là naissance à une petite quantité de styrolène (exempt de benzine, ce qui est remarquable), à un carbure goudronneux peu volatil, à un résidu charbonneux encore hydrogéné, enfin à un gaz

pyrogéné, dont le volume représentait, dans mon essai, 2 centièmes seulement du volume de l'acétylène primitif. Ce gaz, sur 100 volumes, fournit :

C^4H^2 acétylène régénéré	4	(soit $\frac{1}{600}$ du gaz originel).
C^4H^4 éthylène	8	
C^8H^6 crotonylène ou analogue	20	
C^4H^6 hydrure d'éthylène	14	
H^2 hydrogène	54	

» Dans d'autres essais, j'ai observé le polymère liquide signalé par M. Thenard : composé qui renferme un carbure dont les réactions sont celles du styrolène, auquel il paraît identique.

» J'ai également répété les expériences de M. Thenard et celle de M. Brodie sur la réaction entre l'*oxyde de carbone et l'hydrogène*. Non-seulement il se forme, conformément à leurs indications, un produit solide, que j'ai trouvé voisin de la formule $(C^4H^3O^3)^n$: $5CO+3H=CO^2+C^4H^3O^3$; le gaz excédant contient de l'acide carbonique, une trace d'acétylène et quelque peu d'un carbure forménique, tel que C^2H^4 ou plutôt $C^4H^6+H^2$.

» L'*acide carbonique et le formène*, à volumes égaux, se condensent aussi, comme l'a découvert M. Thenard, en formant un produit caramélique insoluble : j'y ai observé la présence d'une trace d'acide butyrique. Le résidu gazeux contenait un peu d'acétylène et une forte dose d'oxyde de carbone : circonstance qui montre que la réaction est plutôt une oxydation du formène (accompagnée de condensation) qu'une combinaison immédiate de ce gaz avec l'acide carbonique. Mais je n'insiste pas davantage sur ces expériences, dont les résultats sont trop compliqués pour se prêter à une analyse exacte, dans l'état présent de nos connaissances. »

CHIMIE. — *Sur la formation et la décomposition des composés binaires par l'effluve électrique*; par M. BERTHELOT.

« 1. *Ammoniaque*. — On sait depuis longtemps que l'azote et l'hydrogène éprouvent, sous l'influence de l'étincelle électrique, un commencement de combinaison. Toutefois, la proportion d'ammoniaque formée est si faible qu'elle ne se traduit pas par un changement de volume. Mais il suffit d'introduire dans les gaz, ainsi que l'a montré M. H. Sainte-Claire Deville, une bulle de gaz chlorhydrique pour voir se produire d'abondantes fumées. Cette réaction est tellement sensible qu'elle accuse jusqu'à $\frac{1}{1000}$ de milligramme d'ammoniaque, comme je m'en suis assuré. Opère-t-on l'action de l'étincelle en présence de l'acide sulfurique étendu, de façon à absorber

à mesure l'ammoniaque, il est facile d'en recueillir une dose considérable, au bout d'un temps suffisant. Je n'ai pu retrouver l'auteur de cette expérience; mais elle figure déjà dans la première édition du *Traité de Chimie* de M. Regnault, imprimée en 1846; et elle remonte à une époque plus ancienne. Elle a été souvent répétée dans ces dernières années. Le seul fait sur lequel je veuille insister ici, après M. Deville, c'est l'existence d'une limite sensible de combinaison entre l'azote et l'hydrogène, limite identique, ou plutôt du même ordre de petitesse que celle de la décomposition de l'ammoniaque par l'étincelle en azote et hydrogène.

» M. Chabrier et M. Thenard ont reconnu que la formation de l'ammoniaque a lieu aussi en soumettant à l'effluve un mélange d'azote et d'hydrogène. J'ai cherché à mesurer la limite de cette réaction. Elle est beaucoup plus élevée qu'avec l'étincelle. La proportion de gaz ammoniac formé s'élevait à 3 centièmes environ dans le mélange normal d'azote et d'hydrogène, au lieu de quelques cent-millièmes. J'ai vérifié que la décomposition du gaz ammoniac par l'effluve tend précisément vers la même limite : 3 centièmes (c'est-à-dire 6 centièmes du gaz primitif); cette identité des deux limites produites par les actions inverses de l'effluve m'a paru un fait important à constater, aussi bien que la diversité entre l'action de l'effluve et celle de l'étincelle.

» 2. *Protoxyde d'azote.* — Après quelques heures d'effluve, ce gaz est en grande partie décomposé en azote libre et oxygène, dont une portion reste libre, une autre portion (et la plus forte) ayant été absorbée par le mercure; mais il ne se forme pas de nouvel oxyde de l'azote, et aucune portion sensible de ce gaz ne demeure fixée sur le mercure.

» 3. *Bioxyde d'azote.* — Une portion de l'azote devient libre; une autre portion, et très-notable, concourt à former du protoxyde d'azote : ce qui prouve que le bioxyde d'azote tend à se décomposer d'abord en protoxyde d'azote et oxygène, précisément comme il arrive, d'après mes expériences, sous l'influence de la chaleur ou sous l'influence de l'étincelle. Cet oxygène, réagissant à son tour sur l'excès de bioxyde, développe de la vapeur nitreuse qui attaque le mercure en formant les produits ordinaires.

» 4. *Hydrogène sulfuré.* — Ce gaz s'est décomposé en hydrogène, polysulfure d'hydrogène et soufre libre, suivant la formule

$$8\,HS = 7\,H + HS^{x} + (8 - x)S.$$

On voit apparaître ici la tendance du métalloïde à former avec l'hydrogène un produit condensé.

» 5. *Hydrogène sélénié.* — L'hydrogène sélénié se comporte de même, la majeure partie de l'hydrogène devenant libre, mais une portion formant un polyséléniure.

» 6. *Hydrogène phosphoré.* — Il s'est décomposé assez nettement en hydrogène et sous-phosphure jaune, d'après l'équation

$$2PH^3 = 5H + P^2H.$$

» 7. Les *fluorures de bore* et de *silicium*, le *chlore* et le *brome* gazeux n'ont éprouvé aucun changement.

» 8. *Acide sulfureux.* — Un dixième du gaz a été trouvé décomposé en oxygène libre et soufre (insoluble dans le sulfure de carbone).

» 9. *Cyanogène.* — Formation rapide de paracyanogène.

» 10. *Oxyde de carbone.* — J'ai reproduit le sous-oxyde de carbone brun, découvert par M. Brodie. Dans mes expériences, comme dans certaines de celles du savant anglais, ce corps répondait à la formule C^8O^6, qui diffère de l'acide tartrique par les éléments de l'eau :

$$C^8H^6O^{12} - 3H^2O^2 = C^8O^6.$$

Sa formation répondait à la formule (vérifiée par mes analyses)

$$5C^2O^2 = C^2O^4 + C^8O^6.$$

C'est un corps amorphe, extractif, très-soluble dans l'eau et l'alcool absolu, insoluble dans l'éther, doué d'une réaction acide. Il forme avec l'azotate d'argent (sans le réduire), avec l'acétate de plomb, avec l'eau de baryte des précipités bruns et amorphes. Il rappelle les acides bruns que l'on obtient en oxydant à basse température et par voie humide les diverses espèces de charbons et le carbone pur qui en dérive.

» Le sous-oxyde de carbone, chauffé vers 300 à 400 degrés dans une atmosphère d'azote, se décompose, en produisant volumes égaux d'acide carbonique et d'oxyde de carbone (c'est-à-dire les éléments de l'acide oxalique anhydre, C^4O^6) et un nouvel oxyde brun foncé, $C^{16}O^6$,

$$3C^8O^6 = 2(C^2O^4 + C^2O^2) + C^{16}O^6,$$

oxyde décomposable à son tour par une plus forte chaleur avec formation d'un charbon encore oxygéné. Ce progrès graduel dans la décomposition des oxydes de carbone rappelle celui de la destruction pyrogénée des carbures d'hydrogène et des oxydes métalliques.

» 11. Le *formène*, C^2H^4, l'*éthylène*, C^4H^4, l'*hydrure d'éthylène*, C^4H^6, fournissent à la fois de l'acétylène, C^4H^2 (en petite quantité comme tou-

jours), de l'hydrogène libre, et des carbures polymériques et résineux. Avec le formène, les produits offrent une remarquable odeur d'essence de térébenthine; mais la proportion de matière liquide était trop faible pour être recueillie. Avec l'éthylène, on obtient le produit liquide signalé par M. Thenard, et dont la composition répondait aux rapports $C^{20}H^{16,6}$, à peu près comme celle de certaines huiles de vin. Il se forme en même temps un peu d'hydrure d'éthylène. Avec l'hydrure d'éthylène pur, on obtient d'ailleurs réciproquement un peu d'acétylène et d'éthylène. Entre ces carbures d'hydrogène, il tend donc à se développer un équilibre, troublé par les phénomènes de condensation.

» En résumé l'action de l'effluve, comme celle de l'étincelle, tend à résoudre les gaz composés dans leurs éléments, avec production de phénomènes d'équilibre dus à la tendance inverse de recombinaison.

» Dans le cas de l'effluve, une portion des éléments s'unit au composé lui-même pour former des produits condensés, soustraits par leur fixité même et par l'extrême brièveté de la décharge à une destruction ultérieure, tandis que la durée plus longue de l'étincelle et de l'échauffement qu'elle provoque s'oppose en général à la formation des produits condensés. Rappelons cependant que, d'après mes expériences, dans la décomposition du formène par l'étincelle, $\frac{1}{10}$ environ du gaz se change en carbures condensés. En principe, les deux réactions sont les mêmes, mais la durée inégale de l'échauffement paraît la cause des variations observées. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Présentation de photographies solaires de grandes dimensions*. Note de M. **J. Janssen.**

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie quelques spécimens de photographies solaires d'une dimension qui n'avait pas été atteinte jusqu'ici, surtout pour des photographies journalières.

» Je dis *photographies journalières*, car les clichés dont il s'agit ici et dont nous obtenions déjà des spécimens avant notre départ pour le Japon se font actuellement d'une manière courante et régulière à l'installation provisoire de l'observatoire d'Astronomie physique sis à Montmartre.

» L'importance des services que la Photographie peut rendre à l'Astronomie physique a été pressentie presqu'au début de cet art. En France, M. Faye n'a cessé d'appeler l'attention sur ce point, et les noms de MM. Fizeau, Foucault, Porro, etc., se rattachent soit à des découvertes, soit à des essais pleins d'intérêt. En Angleterre, M. Warren de la Rue fit faire des

progrès considérables à cette application par ses belles photographies de la Lune, que nous avons tous admirées en leur temps, et par les longues séries de photographies solaires qu'il fit faire et calculer à ses frais. Pour l'Amérique, qui n'a nommé M. Rutherfurd, suivant ces traces avec un si éclatant succès, et qui aujourd'hui s'occupe de confectionner des cartes célestes par un procédé photographique? Enfin nous aurions encore à mentionner la Russie, l'Allemagne, l'Italie qui sont entrées à leur tour dans la carrière.

» Il est donc superflu d'insister aujourd'hui sur l'importance de la photographie céleste. Mais il me paraît que cette application doit entrer aujourd'hui daus une phase nouvelle.

» Pour le Soleil, par exemple, on doit commencer dans les observatoires qui aborderont ces études des séries indéfinies et aussi complètes que le temps le permettra. Ces séries doivent être constituées avec des images très-grandes et très-parfaites. Dans l'état actuel de la science la reproduction des détails de structure de la photosphère est indispensable à nos discussions. Les images solaires doivent reproduire les facules et leurs contours précis, les taches et leurs détails si importants de structure, enfin les granulations de la surface avec leurs véritables formes. Ce sont les grandes photographies seules qui peuvent nous donner ces détails.

» Les difficultés d'exécution croissent, il est vrai, bien rapidement avec le diamètre des images; aussi suis-je persuadé qu'on ne rendra désormais des services réels à la Science qu'en constituant dans les observatoires des services spéciaux pour cet objet; services dotés d'instruments construits tout exprès pour ce genre de photographies, et où le personnel s'occupera exclusivement de ces études. C'est dans cette voie que nous sommes entrés depuis deux ans.

» Sur les photographies que nous avons l'honneur de présenter, le disque solaire a 22 centimètres de diamètre, et malgré cette dimension, qui est actuellement très-considérable pour une photographie solaire, la pureté et la netteté des clichés sont très-grandes. Les taches, les facules, les granulations apparaissent ici à une échelle qui soulage l'œil. En outre, ces grands clichés présentent un avantage capital au point de vue de la diffusion de ces images : celui de pouvoir donner des positifs où les détails de la surface solaire sont reproduits sans être masqués, comme dans les petites épreuves, par les grains du papier sur lequel on les tire.

» On comprend en effet la nécessité, dans un avenir prochain, pour les observatoires d'Astronomie physique, de pouvoir échanger leurs séries reproduites sur papier et rendues inaltérables par un procédé spécial comme

celui du charbon, par exemple (1). J'aurai, du reste, à entretenir encore l'Académie de mes études sur ce sujet important.

» On peut remarquer sur les clichés qui se rapportent à ces derniers jours combien la surface du Soleil est remarquable en ce moment par l'absence complète de toute tache. Ce fait se rattache, comme on sait, à l'époque du minimum à laquelle nous touchons. J'aurai à revenir bientôt sur ce phénomène. »

M. **Le Verrier**, à l'occasion de la Communication de M. Janssen, rend compte des travaux de Photographie astronomique exécutés à l'Observatoire par M. Cornu. Les résultats obtenus sont entièrement satisfaisants, notamment en ce qui concerne les images de la Lune. M. Le Verrier pense que prochainement M. Cornu aura l'honneur de présenter à l'Académie des épreuves obtenues directement au foyer de la lunette de 36 centimètres d'ouverture, réinstallée dans la grande coupole de la tour de l'Est.

M. **d'Abbadie**, à la suite de la Communication de M. Janssen, s'exprime en ces termes :

« Comme le mauvais temps règne souvent sur toute l'Europe, en hiver surtout, il n'est pas probable qu'une ligue d'observatoires suffise pour y prendre journellement des images photographiques du Soleil, afin d'en obtenir une histoire réellement continue. On n'a pas encore cherché par quelle combinaison d'observatoires déjà existants on pourrait voir cet astre tous les jours de l'année sans exception. Il faudrait probablement réunir à cet effet des observatoires situés tant au sud qu'au nord de l'équateur. Au lieu de fonder une association pareille de stations photographiques éloignées les unes des autres, il vaudrait peut-être mieux en choisir une dans un lieu privé de pluie et où les jours couverts sont au moins rares. C'est ce qui a lieu, dit-on, dans la haute Egypte, où il serait peut-être utile d'établir une lunette destinée uniquement à obtenir des images du Soleil jour par jour. Je recommande cette idée à notre confrère M. de Lesseps, dont les conseils sont si écoutés sur les rives du Nil. »

---

(1) Ces séries, reproduites sur papier, auront un très-grand intérêt au point de vue de la description de la surface solaire.

PHYSIQUE. — *Sur les transmissions électriques à travers le sol.* Deuxième Note de M. **Th. du Moncel** (1).

« Parmi les expériences entreprises, en Amérique, en 1842 et 1844, par MM. Morse, Gale, Vaïl et Rogers sur les transmissions électriques sans fils conducteurs, et dont les plus importantes ont été faites sur la rivière Susquehanna, au Havre-de-Grâce, près de Baltimore, large de 1609 mètres en cet endroit (2), il en est qui auraient un certain intérêt scientifique si l'on pouvait regarder comme générale la déduction que ces savants en ont tirée et de laquelle il résulterait que le maximum de l'effet électrique transmis d'une rive à l'autre d'une rivière serait obtenu quand la distance latérale des deux plaques immergées sur chaque rive serait *triple* de la largeur de la rivière elle-même. Toutefois, il me paraît douteux que cette déduction puisse être établie d'une manière générale.

» Si une rivière était isolée du sol et qu'elle ne pût présenter qu'une conductibilité analogue à celle d'un prisme de matière conductrice, on pourrait comprendre que le courant passant par les plaques en rapport avec le récepteur pût augmenter d'énergie à mesure que la dérivation établie entre les deux autres plaques augmenterait de longueur, et l'on pourrait même comprendre que, la résistance du circuit métallique qui relie ces plaques entre elles sur chaque rive venant à augmenter par cela même, il pût se produire un maximum dont les conditions seraient basées sur les rapports existant entre l'écartement des plaques et la largeur de la rivière. Mais une rivière n'est pas isolée du sol, et l'expérience montre que, passé une certaine distance qui est très-restreinte, la conductibilité du liquide se confond avec celle du sol; de sorte que la résistance qui est présentée à la transmission électrique atteint alors une *valeur constante*. Or cette valeur constante représente précisément le maximum d'écartement des plaques sur les rives, et ce maximum ne peut être, par conséquent, fonction de la largeur de la rivière, du moins pour une largeur un peu grande. Je crois donc que, dans ces sortes de transmissions, si l'on interpose la résistance du sol entre les deux plaques de communication, à chaque station, comme l'ont fait MM. Gintl et Bourbouze, on place ces plaques dans des conditions d'écartement suffisantes pour donner au courant dérivé toute la force qu'il peut fournir. Du reste, le chiffre de la résistance du sol est très-va-

(1) Voir *Comptes rendus*, t. LXXXII, p. 1079.

(2) *Voir* l'ouvrage de M. Vaïl sur le *Télégraphe électromagnétique américain*, publié en 1847, page 60 de l'édition anglaise et 66 de l'édition française.

riable, et dépend de l'état d'humidité des terrains autour des plaques de communication, des dimensions de celles-ci, du sens du courant transmis et des courants telluriques qui peuvent se produire au contact des plaques avec les couches terrestres. En prenant les conduites d'eau du quartier de Grenelle et une plaque de tôle de 60 décimètres carrés, enterrée à 1 mètre de profondeur et à 1735 mètres du point où j'avais pris ma communication sur les conduites d'eau, j'ai trouvé que cette résistance du sol pouvait être représentée en moyenne par 2711 mètres de fil télégraphique, quand la plaque était positive, et par 3668 mètres quand cette plaque était négative. Mais, en prenant une plaque de tôle de 1 mètre carré, immergée dans un puits, à la barrière d'Italie, et une petite plaque du même métal, de 1 décimètre carré, enterrée dans un terrain relativement sec, à 15 mètres de la première, cette résistance du sol a pu atteindre, malgré un arrosement convenable du terrain autour de la petite plaque, 17700 mètres quand cette petite plaque était négative, et 15600 mètres quand cette plaque était positive. Avec deux plaques de tôle de 60 décimètres carrés de surface, enterrées à 890 mètres l'une de l'autre, cette résistance était représentée moyennement par 7284 mètres pour un sens du courant, et par 7337 mètres pour l'autre sens; enfin, entre les conduites d'eau et de gaz, la résistance moyenne du sol était de 420 mètres, quel que fût le sens du courant. Dans les transmissions télégraphiques ordinaires, ces différences de résistance du sol passent inaperçues, parce qu'elles s'effacent devant la résistance totale du circuit, mais dans des transmissions basées sur des dérivations de courants, aussi bien que sur des circuits courts, il n'en est plus de même, et cette question doit être prise en sérieuse considération. Bien que je m'en sois occupé d'une manière toute spéciale, dans plusieurs Mémoires présentés à l'Académie, en 1861 et 1872, il m'a paru opportun de reprendre ces recherches en partant de mes dernières expériences sur la conductibilité des corps médiocrement conducteurs, et c'est ce travail qui va faire l'objet du présent Mémoire.

» Pour pouvoir étudier les différentes réactions qui sont en jeu dans les transmissions électriques à travers le sol, il m'a fallu les isoler en quelque sorte, et examiner ensuite leur influence réciproque, par rapport aux courants transmis.

» Dans les expériences que j'ai entreprises en 1861 et qui sont rapportées avec détails dans mon Mémoire sur les transmissions à travers le sol (inséré dans les *Annales télégraphiques* de 1861), j'avais constaté que, en réunissant par un fil de fer de 1735 mètres de longueur la conduite d'eau du quartier de Grenelle à la plaque de tôle de 60 décimètres carrés,

dont il a été question précédemment et qui était enterrée à 200 mètres de la Seine, j'obtenais, à travers une boussole des sinus de M. Bréguet de 30 tours, un courant tellurique qui le premier jour a donné une déviation de 9°17′, ce qui lui supposait une force électromotrice équivalente à un cinquième d'un élément Daniell. Ce courant, qui était dirigé de la conduite d'eau à la plaque, a diminué successivement d'intensité, et, au bout de douze jours, il n'était plus que de 3°33′. En arrosant la plaque, ce courant a pu atteindre 4°51′, mais il n'a jamais pu reprendre son intensité primitive, sans doute à cause de l'oxydation de la plaque, et, vingt jours après, il n'était plus que de 1°41′. Un courant de même nature s'est produit en substituant la conduite de gaz à la conduite d'eau, mais il était un peu plus fort, et, alors qu'on obtenait avec cette dernière un courant de 6°45′, on recueillait avec la conduite de gaz un courant dans le même sens de 7°7′.

» Ces expériences ont été répétées avec une autre plaque de tôle de même surface que celle employée précédemment et enterrée à 890 mètres en deçà de celle-ci; les courants ont eu, dans les deux cas et le même jour, une intensité de 3°45′ et de 3°50′, et étaient tous les deux dirigés des conduites d'eau ou de gaz à la nouvelle plaque enterrée. J'ai alors voulu constater le sens du courant déterminé sous l'influence seule des deux plaques enterrées ou des deux conduites d'eau et de gaz; j'ai reconnu qu'il se développait avec celles-ci un courant dirigé de la conduite de gaz à la conduite d'eau avec une intensité qui a pu atteindre 6°24′. Avec les deux plaques il se produisait également un courant, et sa direction dépendait de l'état d'humidité du terrain autour des deux plaques. Au commencement des expériences, ce courant était dirigé de la seconde plaque enterrée que nous appellerons B à la première A avec une intensité représentée par 1°18′; mais ayant fait arroser cette plaque B, le courant en question a changé de sens et a pu atteindre, au bout de six jours, une intensité de 2°45′, accusant une polarité positive de la part de la lame A.

» Si l'on analyse les effets précédents, on peut reconnaître que deux actions antagonistes devaient intervenir dans la production de ces courants : 1° une action résultant de la différence d'humidité du terrain autour des plaques servant d'électrodes; 2° une autre action qui ne pouvait être que le résultat d'une différence très-grande de surface entre ces deux électrodes. Le courant produit par la réunion des deux conduites résultait évidemment de la première action; mais les autres courants devaient être la conséquence de la prépondérance de la seconde action sur la première, puisque ces courants étaient en sens inverse de ce qu'ils auraient dû être, si l'on n'eût pris en considération que l'état d'humidité du terrain autour des électrodes, et c'est précisément parce que le terrain enveloppant les conduites de gaz se trouvait dans des conditions d'humidité moins grandes que celui en rapport avec les conduites d'eau que le courant provoqué par elles et la lame A était plus énergique avec les conduites de gaz.

» Pour m'assurer de ces effets différents, j'ai entrepris un grand nombre d'expériences de cabinet faites dans des conditions bien déterminées. Ainsi, pour reconnaître les effets résultant de la différence d'humidité des

terrains, je prenais du sable (grès pulvérisé) très-humecté et du sable à peine humecté que je séparais au moyen d'un diaphragme poreux, et je plongeais dans ces deux mixtures mes deux électrodes, que j'avais soin de prendre exactement de mêmes dimensions et de même nature. Or j'ai reconnu, en employant cette méthode, qu'avec tous les métaux oxydables un courant sensible se trouve déterminé quand on vient à réunir ces électrodes, et qu'*il est toujours dirigé extérieurement de la lame plongée dans le sable le plus sec à celle plongée dans le sable le plus humide*. Avec les métaux inoxydables, tels que le platine, l'effet est le plus souvent diamétralement opposé.

» Pour reconnaître les effets produits par l'inégal échauffement des électrodes dans ces sortes de couples, je faisais ressortir les lames en dehors du sable, et, après les avoir recourbées à angle droit, je les chauffais alternativement avec une lampe à alcool. Or, j'ai toujours trouvé que cet échauffement avait pour effet d'augmenter la force du courant, quand c'était la lame constituant le pôle positif qui était chauffée, et de la diminuer quand l'échauffement était produit au pôle négatif.

» Quand je voulais étudier l'influence des dimensions des plaques de communication, je fixais solidement sur les parois opposées d'un vase rempli d'eau distillée une plaque de grande dimension et une autre de dimension très-exiguë; et, après avoir réuni ces lames par l'intermédiaire de mon galvanomètre, j'abandonnais l'expérience à elle-même pendant un certain temps. Quelquefois, au premier moment, des effets contraires se produisaient; mais, au bout d'un temps plus ou moins long, l'effet se régularisait, et *j'obtenais toujours un courant dirigé extérieurement de la grande lame à la petite*, et cela avec tous les métaux. J'ai voulu répéter ces expériences avec du sable humecté, mais le défaut d'homogénéité de cette matière rendait les expériences incertaines.

» Sans parler des actions produites par la différence de composition chimique des terrains autour des électrodes et par la polarisation, voilà donc trois causes physiques qui interviennent toujours plus ou moins dans les transmissions électriques à travers le sol et qui, suivant la prédominance des unes ou des autres, peuvent déterminer des variations assez sensibles dans l'intensité des courants électriques transmis par son intermédiaire. Sur des circuits courts, ces variations sont beaucoup plus grandes qu'on ne serait porté à le croire d'après l'importance des causes qui les provoquent, et, pour qu'on puisse s'en faire une idée, il me suffira de rappeler les résultats suivants, que j'ai obtenus en 1861, en faisant passer un courant à travers une masse liquide dont les électrodes, qui étaient en tôle, avaient,

l'une 60 centimètres de longueur sur 20 centimètres de largeur, et l'autre 73 millimètres sur 28. L'intensité de ce courant était :

	Au début.	10m après.
1° La petite plaque étant positive........	34° 5′	32° 2′
2° La petite plaque étant négative........	29°15′	23°24′

» Ces résultats concordent du reste avec les chiffres représentant la résistance du sol dans les expériences dont il a été question précédemment et qui ont été, avec la plaque A :

	Au début.	10m après.
1° Quand la conduite d'eau était négative..	2703m,59	2711m,00
2° Quand cette conduite était positive.....	3382m,73	3668m,59

et avec la plaque B :

1° Quand la conduite était négative.......	3492m,63	3530m,91
2° Quand cette conduite était positive.....	3969m,88	4284m,75

» Dans ces diverses expériences, les effets dus à la différence de surface des électrodes étaient, comme on l'a vu, de beaucoup prédominants, et c'est ce qui explique l'intensité plus grande et l'action plus constante des courants constatés quand la plus petite des électrodes était positive, car alors les deux courants se trouvaient marcher dans le même sens ; mais il n'en est pas toujours ainsi, et dans les expériences enregistrées dans le tableau ci-contre, où les électrodes de grandeur très-inégale étaient immergées l'une dans du sable peu humecté, l'autre dans du sable très-humecté, on pourra voir que, sauf avec les lames de platine, c'est l'influence due à l'inégalité d'humidité du milieu traversé par le courant qui est prépondérante.

» On peut, du reste, reconnaître l'influence de ces courants locaux sur les transmissions, par les résultats des expériences faites en 1861 avec les plaques A et B. Quand le courant tellurique était dirigé de la plaque B à la plaque A, et alors que le courant de la pile marchait dans le même sens, la résistance du sol était représentée moyennement par 6755 mètres au début et par 7284 mètres, dix minutes après. Cette résistance pour une direction inverse du courant de la pile était 7207 et 7337 mètres. Quand le courant tellurique est venu à changer de sens, par suite de l'arrosage de la plaque B, ces résistances ont été, dans le premier cas, 5756 et 6050 mètres ; dans le second, 5690 et 5977 mètres. Il existe du reste, dans ces réactions, un effet sur lequel je dois appeler l'attention : c'est que l'inversion successive d'un fort courant à travers un milieu humide diminue l'intensité des courants locaux qui s'y trouvent développés et qui, quand ils ne sont pas très-forts, finissent quelquefois par changer de sens, même alors que les effets de la polarisation n'existent plus. Quoi qu'il en soit, une conclusion générale

	COURANT local avec la dérivation de 4 km.	LA GRANDE PLAQUE étant positive et avec dérivation de 100 mètres.		COURANT DE POLARISATION avec la dérivation de 4 kilomètres.		COURANT local avec la dérivation de 4 km.	LA PETITE PLAQUE étant positive et avec la dérivation de 100 mètres.		COURANT DE POLARISATION avec la dérivation de 4 kilomètres.		
		au début.	5m après.	au début.	5m après.		au début.	5m après.	au début.	5m après.	
Électrodes en zinc.											
Sable peu humecté, la petite plaque plongée dans le sable le plus sec.	+14°	+73°	+78°	—(38°–20°)	+9°	+9°	—(52°–23°)	—28°	+(80°–50°)	+19°	+8° au bout de 5m.
	+8	+76	+77	—(90–55)	+10	+10	—(70–25)	—29	+(35–29)	+15	+4° au bout de 15m, +10° au bout de 2h.
Sable très-humecté, la petite plaque plongeant dans le sable le plus sec.	+61	+80	+81	—(90–65)	+50	+61 au bout de 10m.	—(90–58)	—68	+(90–80)	+80	+75° au bout de 10m.
	+70	+81	+80	—(90–68)	+60	+68 au bout de 10m.	—(90–50)	—55	+(90–69)	+65	
Sable très-humecté, la petite plaque plongée dans le sable le plus humecté.	+36	—83	—69	+(90–67)	+57	+24°	+(90–83)	+83	—(90–66)	—40	0° au bout de 8m, +25 au bout de 10m, +36 au bout de 15m.
	+24	—78	—69	+(90–74)	+70	+57	+(90–74)	+79	—(90–53)	—24	0° au bout de 7m, +24° au bout de 1h.
Électrodes de platine.											
Sable peu humecté, la petite plaque plongée dans le sable le plus sec.	+12	+65	+70	—(90–31)	—3	0	—(90–70)	—80	+(90–60)	+45	+36° au bout de 10m, 12° au bout de 35m.
	+5	+66	+70	—(90–30)	—9	0	—(90–78)	—81	+(90–56)	+34	+20° au bout de 10m, 5° au bout de 35m.
Sable peu humecté, la petite plaque plongée dans le sable le moins sec.	0	+74	+74	—(80–30)	—3	1	—(90–72)	—71	+(90–75)	+34	+21° au bout de 10m, 4° au bout de 35m.
	+4	+73	+73,5	—(60–23)	—2	0	—(90–71)	—66	+(90–73)	+46	+21° au bout de 10m, 5° au bout de 35m.

Les signes + et —, qui précèdent les nombres de ce tableau, représentent le sens des déviations; les signes + représentant la déviation à droite, les signes — la déviation à gauche.

qu'on peut tirer de ces expériences, c'est qu'on n'a avantage à faire intervenir le sol dans un circuit que quand sa résistance dépasse 10 ou 15 kilomètres de fil télégraphique. »

PHYSIQUE. — *De quelques expériences nouvelles faites sur le radiomètre de Crookes.* Note de M. A. LEDIEU (1).

« Pendant mon absence de Paris, j'avais écrit à M. Salleron de vouloir bien essayer, conformément à ma théorie, du reste toute conditionnelle, du radiomètre Crookes, si le tourniquet tournerait encore, en étant soumis exclusivement à un faisceau de rayons lumineux tombant parallèlement à son axe. Cette prévision a été pleinement vérifiée. Néanmoins, comme on le verra dans les conclusions de ma Note, je n'en tire pas la conséquence absolue à laquelle pourrait conduire un examen superficiel et systématique du résultat.

» L'habile praticien auquel j'ai eu l'honneur de m'adresser, en raison même de son ingéniosité bien connue, m'a décrit ainsi qu'il suit l'expérience dont il s'agit, et à laquelle il s'est livré conformément au programme que je lui avais adressé :

« Le radiomètre a été renfermé dans un vase poreux de pile de Bunsen. Ce vase poreux a été placé lui-même au centre d'un vase de grès, et l'on a rempli avec du coton l'intervalle compris entre les deux vases. Cet ensemble ainsi protégé contre le rayonnement extérieur fut placé à l'ombre; le tourniquet se tenait alors immobile. A une hauteur de 60 centimètres environ au-dessus des vases, on fixa horizontalement un écran en carton percé d'une ouverture égale au diamètre du radiomètre, et ayant son centre sur la même verticale que l'axe du tourniquet. Un miroir plan en verre étamé recevait les rayons du Soleil, et les réfléchissait verticalement de haut en bas sur l'instrument. Ce dernier ne recevait donc que des rayons parallèles aux faces des ailettes.

» Un disque de carton se plaçait à volonté sur le trou du diaphragme. Quand ce trou était bouché, le mouvement s'arrêtait; mais, dès qu'on l'ouvrait, les ailes prenaient une rotation rapide et franche dans le sens habituel.

» Comme les rayons lumineux pouvaient être réfléchis par les parois blanches du vase poreux et agir obliquement, si ce n'est perpendiculairement aux ailes, on tapissa l'intérieur du vase poreux avec du papier noir mat. Le tourniquet se mit encore à tourner, mais moins vite. Enfin craignant que le voisinage des parois n'influençât les ailes, car le vase poreux était d'un diamètre assez petit, l'expérimentateur se décida à supprimer tous les vases, et à abandonner l'instrument en plein air, mais toujours à l'ombre. Après quelques instants, tout mouvement était arrêté. En ouvrant l'écran, la rotation n'a jamais cessé de se reproduire, et toujours avec une grande netteté. En modifiant les dispositions de l'expérience,

(1) Voir les *Comptes rendus* du 29 mai et du 5 juin.

on a constamment obtenu le mouvement précis du tourniquet. Toutefois la rotation s'opérait avec une rapidité bien moindre que quand on faisait tomber les rayons solaires perpendiculairement à l'axe de rotation. »

» Cette dernière circonstance peut s'expliquer si l'on considère que la réflexion des rayons lumineux des faces polies sur le verre de l'ampoule et de ce verre sur les faces noires est incomparablement plus considérable lorsque le faisceau de lumière arrive perpendiculairement à l'axe du tourniquet que quand il est dirigé parallèlement à cet axe.

» En tout état de cause, l'expérience précédente condamne flagramment la doctrine de l'émission pour expliquer la rotation du tourniquet. Toutefois on ne peut pas dire qu'elle établisse irréfutablement notre théorie; car d'abord il faudrait éliminer totalement l'influence des réflexions sur le verre de l'ampoule. En second lieu, elle est également favorable à l'explication, relatée dans notre Note du 5 juin, que M. Fizeau donne du jeu de l'instrument.

» Il nous reste à parler d'une deuxième espèce d'expériences faites sur un radiomètre où les deux faces de chaque palette ont été conservées brillantes. Avec cet instrument, nous nous sommes proposé de vérifier la deuxième prévision de notre précédente Communication, à savoir qu'en réduisant autant que possible l'influence des réflexions sur le *verre* de l'ampoule l'effet, obtenu par M. Fizeau, des ailettes marchant au-devant du rayon lumineux au lieu de le fuir, ne devait plus se produire. Et effectivement, ici, on parvient toujours à faire tourner d'un angle de 60 à 80 degrés les palettes dans le même sens que si elles étaient repoussées par le faisceau lumineux; mais pour réussir à obtenir ce mouvement, il faut prendre diverses précautions, dont voici les plus importantes :

1° Se placer dans un endroit entièrement obscur, et s'y mettre à l'abri des surfaces réfléchissantes;

2° Présenter le faisceau lumineux de façon qu'il frappe sous un très-petit angle la palette la plus rapprochée de la lumière;

3° Au moyen d'un écran, mettre complétement dans l'ombre les deux palettes situées à l'opposé de la première palette par rapport au plan conduit suivant la direction du faisceau lumineux et l'axe du tourniquet.

» Cette expérience semble également favorable à notre théorie, d'autant que la rotation s'arrête justement lorsque, des deux palettes situées au début dans la partie éclairée de l'ampoule, celle qui est la plus près de la lumière arrive à recevoir le faisceau lumineux normalement, en même temps que la deuxième palette est déjà entrée dans la partie obscure de l'ampoule, laquelle partie forme plus d'un hémisphère.

» Néanmoins, nous nous garderons bien de conclure, avec une présomption hâtive et en contradiction avec le sentiment qui paraît prévaloir au sein de l'Académie. Depuis notre retour à Paris, nous avons eu l'occasion de nous renseigner sur l'ensemble considérable des essais de toutes sortes entrepris, particulièrement en Angleterre, sur le radiomètre Crookes, tant par l'inventeur lui-même que par divers expérimentateurs. Plus nous examinons le sujet, plus nous nous apercevons que son étude demande de circonspection. M. Crookes en est arrivé lui-même, dans un des derniers numéros du journal scientifique *Nature*, à faire les réserves les plus expresses sur les conclusions à tirer de son ingénieux instrument. Nous suivrons ce sage exemple, et nous prierons l'Académie de vouloir bien considérer, jusqu'à plus ample informé, et ainsi du reste que nous en avons prévenu dès le début de notre travail, nos articles précédents comme un simple essai d'application de notre théorie vibratoire à une question qui semble s'y prêter, et que d'ailleurs il fallait soustraire aux revendications des partisans de l'émission. »

MÉMOIRES LUS.

GÉOLOGIE. — *Sur l'ambre.* Mémoire de M. Reboux. (Extrait.)

« Les anciens connaissaient l'ambre; ils en faisaient des ornements et y gravaient l'image de leurs divinités. Les Assyriens l'appelaient *Electra*, c'est-à-dire pierre du Soleil; les Grecs ont fait de ce mot *Electron*. Le nom d'*ambre* a été introduit en France par les croisés, du mot arabe *ambar*. Ce nom est moins significatif que celui que lui donnaient les Romains, *lapis ardens;* les Allemands l'appellent *Bernstein*, c'est-à-dire pierre qui brûle. Cette matière a été rencontrée en beaucoup de localités. Autrefois on la trouvait sur les berges, après les orages; on la tire également de la terre. La Sicile a dû en produire une grande quantité; aujourd'hui les bords de la mer Baltique en fournissent au monde entier.

» Le copal est produit par une ou deux espèces d'*Hymennea;* le tronc de l'*Elococarpus copalifera* en fournit également. La résine copal nous arrive de Madagascar, de Bombay, de Calcutta.

» A l'époque éocène, l'emplacement de la mer Baltique était occupé par une immense forêt, qui comprenait presque tout le continent du Nord; on a retrouvé, en effet, en draguant à 2 mètres au-dessous du fond de la mer, trente-deux espèces de conifères, un peuplier, un aulne, deux saules, un châtaignier et des genévriers. C'est de ces conifères que découlait une

résine qui a subi une transformation dans le sein de la terre et est devenue de l'ambre. C'est le *Pinus succinus* qui en a donné la plus grande quantité.

» Plus de douze cents espèces d'objets ont été trouvées dans l'ambre, tant animaux que plantes et minéraux, des insectes, des reptiles, des pyrites, des coquilles, de l'eau salée, des plantes, des feuilles, des graines, des fruits, etc.

» On peut distinguer l'ambre du copal ou de l'ambre factice par les caractères suivants :

» Le copal est d'un jaune plus ou moins foncé, mais toujours unicolore : il présente à la surface quelques points ayant l'aspect du soufre cristallisé; les morceaux d'ambre ont une nuance différente à leurs deux extrémités.

» L'ambre frotté sur la paume de la main exhale une odeur forte et aromatique : le copal et l'ambre factice sont sans odeur.

» L'ambre peut être courbé sous l'action de la chaleur ; il n'en est pas de même du copal et de l'ambre factice. Le copal s'égrène sous la dent comme du pain desséché et se laisse pénétrer par l'ongle ; l'ambre résiste, il peut être coupé, scié, poli ; deux morceaux d'ambre ne peuvent être soudés l'un à l'autre comme deux fragments de copal. L'ambre raye le copal.

» Chauffé à 100 degrés dans un vase de cuivre, le copal donne de la vapeur d'eau en abondance ; puis il devient liquide en conservant sa couleur jaune ; l'ambre ne fond qu'à 400 degrés : il devient alors noir et répand une odeur très-pénétrante d'acide sulfhydrique ; il fond à 150 degrés si l'on y ajoute 33 pour 100 d'huile de lin.

» Si l'on jette une pincée de poudre d'ambre sur une bougie allumée, elle s'enflamme comme la poudre à canon et donne une lumière bleu rougeâtre. Le copal essayé de la même manière donne une flamme jaune pâle.

» L'ambre naturel fournit à la distillation des aiguilles d'acide succinique ; les différents copals n'en donnent pas.

» La densité de l'ambre naturel varie de 1,09 à 1,11 ; celle du copal est de 1,04 ; celle de l'ambre factice est environ 1,05.

» L'analyse de l'ambre naturel a donné à Schrötter :

Carbone	78,82
Hydrogène	10,23
Oxygène	10,90
	99,95

Analyse du copal provenant de l'Elococarpus.

Carbone	79,70
Hydrogène	10,40
Oxygène	9,90

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE. — *De la loi de Dulong et Petit.* Mémoire de M. **Terreil** (*).
(Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Chimie.)

CHALEURS SPÉCIFIQUES CHIMIQUES DES CORPS SIMPLES.

« A. *Corps simples dont l'équivalent chimique représente 2 volumes de vapeur, comme l'hydrogène* (corps dits *monoatomiques*). — La chaleur spécifique chimique (en poids) de la vapeur de ces corps simples est donnée par la formule $c = \frac{C_H}{E}$.

» La chaleur spécifique chimique de ces mêmes corps simples ayant perdu l'état gazeux est obtenue en doublant le produit de la formule précédente : $c = \frac{C_H}{E} 2$.

» B. *Corps simples dont l'équivalent chimique n'occupe que 1 volume à l'état de vapeur, comme l'oxygène* (corps dits *biatomiques*). — La chaleur spécifique de ces corps simples pris à l'état de gaz s'obtient en divisant par 2 le produit de $\frac{C_H}{E}$, ou en doublant E dans la formule, qui devient $c = \frac{C_H}{2E}$.

» En conservant la formule $c = \frac{C_H}{E}$, on obtient c', c'est-à-dire la chaleur spécifique chimique de ces corps au moment où ils ont perdu l'état gazeux.

» La chaleur spécifique chimique, à l'état gazeux, de tous les corps composés, est donnée par la formule générale $c = \frac{C_H}{E'} n$.

» Dans cette formule, n représente, comme je l'ai dit plus haut, le mul-

(*) Voir *Comptes rendus*, 5 juin 1876.

tiplicateur qui ramène, à leurs volumes primitifs, les volumes gazeux qui ont subi des contractions en se combinant. Les chaleurs spécifiques étant proportionnelles aux contractions, n est variable comme celles-ci, et voici ses différentes valeurs : n est 1 pour les combinaisons qui se sont produites sans condensation dans les volumes gazeux ; n est 1,5 pour les combinaisons dont l'équivalent chimique est 2 volumes de vapeur, résultant de la condensation de 3 volumes de composés gazeux ; n est 2 pour les composés dont l'équivalent chimique égale 4 volumes de vapeur, ou dans lesquels 4 volumes de vapeurs sont condensés en 2 volumes ; n est 3 pour les combinaisons dans lesquelles 6 volumes de vapeur sont condensés en 4 volumes ; n est 4 pour les combinaisons dans lesquelles entrent 8 volumes de vapeur ; n est 6 pour les combinaisons dans lesquelles 12 volumes de vapeur sont condensés en 8 volumes, etc.

» Ces valeurs de n confirment nettement la loi des contractions.

» La détermination de la valeur de n présentera de l'intérêt dans beaucoup de circonstances, principalement lorsqu'on voudra se rendre compte du mode de condensation dans les corps qui ne peuvent être amenés à l'état de vapeur. Cette valeur peut se déduire de la chaleur spécifique trouvée par l'expérience, au moyen des deux formules suivantes, dans lesquelles $C_H = 3$:

$$n = \frac{c' E'}{C_H}, \quad \text{pour les corps à l'état de gaz.}$$

$$n = \frac{c' E'}{2 C_H}, \quad \text{pour les corps ayant perdu l'état gazeux.}$$

» *Conclusions.* — De tout ce qui précède, je conclus que la loi de Dulong et Petit, envisagée comme loi chimique, peut être définie comme il suit :

» 1° *Le produit de la chaleur spécifique par l'équivalent chimique est une constante, à la condition que tous les corps soient pris sous le même volume gazeux et avant toute condensation.*

» 2° *La chaleur spécifique des corps simples, pris sous le même volume à l'état gazeux, est inversement proportionnelle à leurs équivalents chimiques.*

» 3° *La chaleur spécifique des corps composés, pris sous le même volume à l'état gazeux, est inversement proportionnelle à leurs équivalents chimiques, et proportionnelle à la condensation que les volumes gazeux des corps simples qui les constituent ont subie en se combinant.*

» 4° *Les corps simples ou composés qui ont perdu l'état gazeux ont une chaleur spécifique qui est double de celle qu'ils possèdent à l'état de gaz, ce qui est conforme à la loi des condensations exprimée dans le précédent énoncé.* »

VITICULTURE. — *Lettre à M. Dumas sur le Phylloxera;* par M. V. FATIO.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Permettez-moi de vous communiquer quelques observations que j'ai eu l'occasion de faire, l'été dernier et ce printemps, à Pregny, près de Genève, et dont il semble ressortir que *le cycle de métamorphoses du* Phylloxera vastatrix *peut, dans certaines circonstances, se former entièrement sous le sol, sans l'intervention de la forme ailée parfaite.*

» Voici d'abord, en peu de mots, quatre données qui m'ont amené hypothétiquement à cette idée, puis une observation directe qui confirme, jusqu'à un certain point, cette première supposition.

» 1° Le *Phylloxera* semble exister à Pregny depuis sept ans environ, d'abord dans des serres sur des plants importés, puis, depuis cinq années, dans les vignes avoisinantes; et cependant le fléau n'est pas sorti jusqu'ici d'un espace très-restreint (700 mètres de grand diamètre environ).

» 2° Bien que les *nymphes* se montrent en très-grand nombre sur les renflements radiculaires de nos vignes, dès la fin de juillet, on n'a trouvé jusqu'ici qu'un nombre relativement très-minime d'*ailés parfaits* dans notre canton.

» 3° Il semble qu'une certaine proportion de nymphes restent, chez nous, sous terre, faute d'avoir pu terminer leur transformation (le Dr Wittmack, à Berlin, a signalé déjà, en 1875, que des nymphes pondent dans le sol; mais cet auteur ne paraît pas avoir supposé que ces nymphes pussent, comme les ailés parfaits dont elles ont déjà les caractères, donner naissance à des sujets sexués).

» 4° M. Balbiani et d'autres après lui ont rencontré parfois des individus sexués en automne sur les racines.

» 5° Sur un vase de vigne, ensemencé par moi en août 1875 avec quelques nymphes et mis à part, j'ai observé : d'abord, dans l'automne de la même année, l'évasion de quelques ailés parfaits, puis, le 6 mai du printemps actuel, la présence d'un *œuf d'hiver près d'éclore sur les racines* (les racines jeunes de ce vase étant saines et sans exfoliations, l'œuf était simplement fixé sur l'écorce à 5 centimètres environ de profondeur).

» Enfin, la parfaite identité que j'ai constatée dernièrement entre la pondeuse gallicole provenant de l'œuf d'hiver aérien (galles d'une feuille de Clinton crue dans le midi de la France) et la grosse pondeuse verte des renflements, que j'ai décrite et figurée dans un Rapport au département et dans les *Archives des Sciences physiques et naturelles,* en août 1875, vient

encore affermir d'une autre manière l'opinion que je formule ici sur la modification du cycle.

» En effet, cette grosse pondeuse, sombre de couleur, le plus souvent d'un vert olivâtre, à membres petits, à suçoir plutôt court et à antennes grêles et acuminées, me paraît avoir été jusqu'ici peu signalée dans le midi de la France, où les ailés abondent, tandis qu'elle est, au contraire, très-commune chez nous, où les ailés parfaits sont encore relativement rares.

» J'avais supposé d'abord que cette pondeuse, mesurant jusqu'à $1\frac{1}{4}$ millimètre, pouvait bien n'être qu'un état de la pondeuse radicicole ordinaire gonflée par la nourriture plus substantielle ou plus abondante des renflements sur lesquels on la trouve presque exclusivement; mais la parfaite analogie de cette forme, que j'appellerai ici *nodicole*, avec la pondeuse gallicole *adulte* me suggère maintenant une autre interprétation. Je me demande si ladite forme nodicole ne serait peut-être pas, comme la race gallicole, le produit de l'œuf d'hiver, que celui-ci soit éclos sur le bois aérien ou sur les racines.

» Je me demande *si la forme nodicole ne pourrait pas être, dans certaines conditions, appelée à jouer, sur les racines, le rôle (développement de galle ou renflement par piqûre en vue de la ponte) que la nature de la feuille de nos vignes européennes semble refuser assez volontiers au produit de l'œuf d'hiver*.

» Je ne doute pas que cette grosse pondeuse sombre n'ait une grande influence sur la fonction des renflements, et, par là, probablement sur le développement des nymphes; toutefois, je ne m'explique pas encore pourquoi cette forme, *abondante surtout au printemps*, se montre cependant aussi jusqu'en août, et quel rapport il existe entre les nymphes et ladite mère des racines, tandis que *j'ai vu la gallicole reproduire la forme radicicole ordidaire à antennes larges et en biseau*. Il me semble que cette question secondaire mérite, comme la première, l'attention des naturalistes.

» Je suis convaincu que la colonisation s'est opérée en partie par voie aérienne dans les environs de Pregny, et il est fort possible que, malgré nos travaux de cet hiver, on découvre bientôt de nouveaux points d'attaque en dehors du périmètre de 1875; toutefois, je n'en persiste pas moins à croire que le cycle des métamorphoses du Phylloxera se forme souvent chez nous entièrement sous le sol.

» Est-ce à la nature du terrain à Pregny ou à l'influence de notre climat sur la forme ailée, peut-être plus délicate que la forme souterraine, qu'il faut attribuer cette sorte de tiraillement actuel entre les deux modes de reproduction? *Cet état de choses n'est-il que transitoire?*

» Devons-nous nous attendre (ce qui paraît possible) à voir, par suite d'une *acclimatation* de plus en plus complète de l'espèce dans nos conditions locales, les ailés devenir plus nombreux, le cycle normal semi-aérien, semi-souterrain, s'établir définitivement et, par le fait, la colonisation et l'extension du mal devenir plus rapides; ou bien, le cycle se fermant de plus en plus sous le sol et l'espèce devenant exclusivement souterraine par voie d'*adaptation*, pouvons-nous espérer une concentration ou localisation de la maladie? C'est ce que l'avenir nous apprendra. »

VITICULTURE. — *Lettre à M. Dumas sur l'emploi du sulfure de carbone contre le Phylloxera;* par M. Allies.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

» Par ma Lettre du mois de mars, j'ai pris la liberté de vous rendre compte d'une application de sulfure de carbone, à faibles doses répétées, pour la destruction du Phylloxera.

» Diverses parcelles de vignes étaient envahies par le Phylloxera : l'altération des sarments était visible en 1874. Au mois d'octobre 1874, ces vignes reçurent une première application de sulfure de carbone. Pendant l'année 1875, le traitement fut complet, ainsi que j'ai eu l'honneur de l'exposer, et la végétation des sarments, pendant cette même année 1875, fut plus ou moins précaire, selon que les racines avaient été plus ou moins altérées par le Phylloxera. La végétation d'un grand nombre de ces vignes était tombée à une limite au delà de laquelle la séve aurait été épuisée. Pendant l'année 1875, ces vignes, sous la protection du gaz fourni par le sulfure de carbone, ont produit des racines nouvelles et sont revenues à la vie.

» Actuellement, après une cinquantaine de jours de végétation, les résultats sont remarquables et les vignes traitées manifestent extérieurement ce qui s'est effectué dans le sous-sol. Les anciennes racines ont été altérées ou détruites par le Phylloxera, et les sarments de 1875 ont été faibles, bien que présentant une belle couleur de végétation, mais des racines nouvelles et du chevelu ont été produits en 1875, et actuellement les chétifs coursons de 1875 se trouvent dotés de sarments vigoureux tout à fait disproportionnés par leur force avec la grosseur de ces coursons.

» Les vignes traitées n'ont plus de Phylloxeras. Les vignes non traitées, belles encore l'an dernier et affranchies du traitement par leur apparence trompeuse, sont envahies par le Phylloxera.

» La ligne de démarcation entre les vignes traitées et celles qui n'ont pas été traitées est remarquable. Les premières, malades l'an dernier, sont très-vigoureuses actuellement; et les autres, belles l'an dernier, sont actuellement dans un fâcheux état. Les situations sont renversées. »

VITICULTURE. — *Sur l'emploi du sulfure de carbone contre le Phylloxera.* Lettre de M. **Marion** à M. Milne Edwards.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Les vignes de M. Allies sont plantées dans les marnes triasiques, au sommet d'une petite vallée ouverte au vent de nord-ouest, dont la fréquence doit aider puissamment la dispersion des Phylloxeras ailés. Il m'a été facile de constater la présence du puceron dans cette localité. Plusieurs champs sont déjà entièrement dévastés et les ceps morts abondent. Plus loin, vers l'est, les vignes sont encore vigoureuses sur quelques points, mais le Phylloxera existe déjà sur les racines. Le domaine de M. Allies correspond bien à la région la plus maltraitée, à celle dans laquelle la maladie semble avoir débuté. Il est aisé cependant d'y reconnaître une végétation active. Les souches traitées par le sulfure de carbone se distinguent nettement des voisines, et l'examen des racines ne fait que confirmer les différences dans l'aspect extérieur.

» Toutes les vignes ont reçu du sulfate de potasse répandu sur le sol, à la volée. Cet engrais a été, comme partout ailleurs, impuissant contre le Phylloxera. Parmi les ceps auxquels le sulfure de carbone n'a pas été appliqué, quelques-uns, dans la partie sud du vignoble, présentent encore des pousses vigoureuses; mais les pucerons sont aussi abondants sur leurs racines que sur le pivot et sur le chevelu des souches qui ne donnent plus que quelques jets rabougris. Dans leur voisinage, quelques pieds, reconnus fortement phylloxérés le 28 mai, ont été traités pour la première fois le 30 mai au sulfure de carbone, d'après le procédé que M. Allies a exposé à l'Institut. Aujourd'hui 4 juin, nous trouvons encore quelques insectes sur le pivot des racines dans les points les plus éloignés des trous du pal. Sur les radicelles, les Phylloxeras ont disparu : nous n'en distinguons plus que quelques-uns presque entièrement desséchés et noirâtres. Il est probable que les traitements futurs en fin juin, juillet et septembre, atteindront les individus qui ont échappé à la première application. »

M. A. Picart soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé : « Représentation des fonctions d'une ou de plusieurs variables, entre certaines limites, par des séries procédant suivant les valeurs relatives à un indice variable et multipliées par des coefficients constants d'une fonction qui satisfait à une certaine forme d'équations aux différentielles ordinaires ou partielles du second ordre ».

(Commissaires : MM. Serret, O. Bonnet, Puiseux.)

M. A. Boucheron soumet au jugement de l'Académie un Mémoire « Sur la section des nerfs ciliaires et du nerf optique en arrière de l'œil, substituée à l'énucléation du globe oculaire, dans le traitement de l'ophthalmie sympathique ». L'auteur pose les conclusions suivantes :

« La section des *nerfs ciliaires* et du *nerf optique en arrière* de l'œil est une opération qui, d'après les recherches sur le cadavre, peut être pratiquée sans grande difficulté sur l'homme vivant.

» La *conservation* du globe oculaire, après cette opération, est démontrée par les observations cliniques de sections des nerfs optiques et ciliaires, soit par traumatisme chirurgical dans l'ablation des tumeurs orbitaires, soit par les plaies d'armes à feu, soit par les faits d'arrachement incomplet de l'œil suivi de guérison. »

(Commissaires : MM. Sédillot, Gosselin.)

M. E. Sanderson adresse un Mémoire portant pour titre : « Pantanémone, appareil fonctionnant par tous les vents, sans orientation et sans réduction des surfaces ». (Extrait.)

« Les dispositions auxquelles je me suis arrêté m'ont été suggérées par l'hélice; je lui fais jouer un rôle inverse de celui qu'elle joue comme propulseur; j'en ai transformé les surfaces gauches en surfaces planes, auxquelles je donne la forme du demi-cercle.

» Les deux demi-cercles placés à angle droit entre eux, et à 45 degrés sur un arbre horizontal qu'ils font tourner, présentent au vent, arrivant d'un bout de l'arbre ou de l'autre, parallèlement, pendant la rotation, la configuration des moulins à vent ordinaires; quatre fois par 45 degrés, l'une des deux ailes se présente perpendiculairement au vent, pendant que l'autre n'oppose que sa tranche, jusqu'à ce que, abaissée suffisamment d'un huitième de cercle environ, elle reçoive déjà utilement à son tour, en même

temps que la première qui commence à fuir, l'action du vent qui fait mouvoir la machine; d'où il résulte qu'on utilise sans orientation, sans réduction des surfaces et sans articulation, tous les vents, quelles que soient leur force et leur direction, excepté dans la direction perpendiculaire à l'arbre (pratiquement une dizaine de degrés de chaque côté de la perpendiculaire), ce qui ne ferait, en somme, si l'on perdait alors l'action du vent, que 40 degrés sur 360; mais il suffit d'installer l'arbre horizontal dans la direction des vents régnants pour obvier presque complétement à cette perte. Le pantanémone fonctionne, dans de bonnes conditions, par les vents les plus faibles et par les vents les plus forts, supportant dans ce dernier cas, *sans s'effacer*, des pressions de 100 *kilogrammes* par *mètre carré et au delà*, tandis que les autres appareils réduisent leurs surfaces dès que la pression du vent excède $6^{kg},65$ *par mètre carré.* »

(Commissaires : MM. Tresca, Resal.)

M. Masse adresse, par l'entremise de M. Larrey, pour le Concours des prix de Médecine et Chirurgie, un Mémoire manuscrit intitulé : « Contributions à l'histoire du typhus. Du typhus exanthématique ou pétéchial observé à l'hôpital du Dey d'Alger en 1868 ».

(Renvoi à la Commission.)

MM. Bruneau, E. Clément, J. Pères. L. La Selve adressent des Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. de Baer, élu Associé étranger en remplacement de sir *Ch. Wheatstone*, adresse ses remercîments à l'Académie.

La Société centrale d'Agriculture de France invite les Membres de l'Académie à assister à la séance publique annuelle qu'elle tiendra le dimanche 18 juin.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, la première livraison des travaux de l'Académie nationale des Sciences exactes de Cordova, dans la République Argentine.

M. P. Schutzenberger prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la chaire de Chimie, laissée vacante au Collége de France par le décès de M. *Balard*.

(Renvoi à la Section de Chimie.)

ASTRONOMIE. — *Éphéméride de la planète* (103) *Héra, pour l'opposition de* 1877. Note de M. Leveau, présentée par M. Le Verrier.

« Dans une Note présentée à l'Académie le 9 août 1875, et insérée dans les *Comptes rendus* (t. LXXXI, p. 275), j'ai donné les éléments osculateurs de la planète (103) Héra pour 1875 mars 6,0, temps moyen de Paris, avec les perturbations de cette planète produites par ♃, ♄ et ♂, de 1875 mars 6,0 à 1876 juillet 8,0. Les dernières observations de cette planète ayant montré que ces éléments, dont la détermination repose sur les observations faites de 1868 à 1875, peuvent être considérés comme suffisamment précis pour le calcul exact des perturbations, j'ai continué ce travail, ainsi que celui d'une éphéméride pour l'opposition de 1877. Voici les résultats obtenus :

Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Déclinaison.	Log. distance à la Terre.
	h m s	° ′ ″	
1877. Sept. 25,5	1.15.53,10	+ 0.12.45,3	0,1990
26,5	1.15. 9,21	+ 0. 6. 6,9	0,1984
27,5	1.14.24,55	— 0. 0.31,7	0,1979
28,5	1.13.39,19	— 0. 7.10,1	0,1974
29,5	1.12.53,19	— 0.13.47,8	0,1970
30,5	1.12. 6,61	— 0.20.24,2	0,1967
Oct. 1,5	1.11.19,51	— 0.26.59,0	0,1965
2,5	1.10.31,93	— 0.33.31,8	0,1963
3,5	1. 9.43,96	— 0.40. 1,9	0,1963
4,5	1. 8.55,66	— 0.46.28,9	0,1963
5,5	1. 8. 7,08	— 0.52.52,3	0,1963
6,5	1. 7.18,30	— 0.59.11,8	0,1965
7,5	1. 6.29,39	— 1. 5.26,8	0,1967
8,5	1. 5.40,41	— 1.11.36,7	0,1970
9,5	1. 4.51,43	— 1.17.41,1	0,1974
10,5	1. 4. 2,51	— 1.23.39,6	0,1979
11,5	1. 3.13,73	— 1.29.31,9	0,1984
12,5	1. 2.25,14	— 1.35.17,4	0,1990
13,5	1. 1.36,82	— 1.40.55,8	0,1997
Oct. 14,5	1. 0.48,82	— 1.46.26,8	0,2004

Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Déclinaison.	Log. distance à la Terre.
	h m s	° ′ ″	
1877. Oct. 15,5.......	1. 0. 1,21	— 1.51.50,0	0,2012
16,5.......	0.59 14,05	— 1.57. 5,0	0,2021
17,5.......	0.58.27,38	— 2. 2.11,6	0,2031
18,5.......	0.57.41,28	— 2. 7. 9,4	0,2041
19,5.......	0.56.55,80	— 2.11.58,0	0,2052
20,5.......	0.56.10,99	— 2.16.37,1	0,2064
21,5.......	0.55.26,90	— 2.21. 6,6	0,2076
22,5.......	0.54.43,58	— 2.25.26,3	0,2089
23,5.......	0.54. 1,08	— 2.29.36,0	0,2103
24,5.......	0.53.19,45	— 2.33.35,2	0,2118
25,5.......	0.52.38,74	— 2.37.23,9	0,2132
26,5.......	0.51.58,99	— 2.41. 2,0	0,2148
27,5.......	0.51.20,24	— 2.44.28,9	0,2164
28,5.......	0.50.42,55	— 2.47.44,9	0,2181
29,5.......	0.50. 5,94	— 2.50.49,6	0,2198
30,5.......	0.49.30,45	— 2.53.43,0	0,2216
Oct. 31,5.......	0.48.56,12	— 2.56.24,8	0,2234

» A l'époque de l'opposition, octobre 10, la grandeur stellaire apparente de la planète sera 10,1. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Nouvelles observations relatives à la présence du magnésium sur le bord du Soleil.* Note de M. TACCHINI.

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie de nouvelles observations sur le mouvement des raies *b* et 1474 *k* au bord du Soleil. En tenant compte de l'influence des conditions atmosphériques, j'ai démontré que l'intensité et l'extension du magnésium à la surface du Soleil peuvent subir de fortes variations, même d'un jour à l'autre; le magnésium gagne en intensité et en élévation aux points où les flammes de la chromosphère présentent plus de vivacité, de telle sorte qúe, lorsque ce métal devient visible sur le bord entier, la chromosphère se montre partout brillante. J'ai eu l'occasion d'observer ce phénomène le 12 et le 31 mai 1876. Le 12, j'ai en outre constaté, dans vingt-cinq positions, le renversement des quatre lignes comprises entre *b* et F, qui forment avec *b* et 1474 *k* ce que j'appelle le *spectre élémentaire*, car il est le premier indice de l'état éruptif de la surface du Soleil : les protubérances étaient en très-petit nombre et faibles; on n'apercevait sur le disque qu'une seule petite tache et huit trous; le jour suivant, dans les mêmes conditions atmosphériques, je n'ai pu obtenir

le renversement du magnésium que sur 96 degrés du bord au lieu de 360.

Le 31, au matin, la chromosphère présentait encore un grand nombre de belles flammes atteignant 20 secondes de hauteur et assez vives ; le renversement des raies *b* et 1474 *k* fut observé partout. Les protubérances étaient toujours en nombre très-limité, mais il y en avait deux qui s'élevaient à 60 et 65 secondes; pas de taches, mais seulement cinq petits trous. Or, dans toutes les déterminations que j'ai pu faire pendant les quatre premiers mois de 1876, je n'ai observé en trente-six jours que deux éruptions métalliques seulement et très-faibles, et avec cette particularité que le sodium y manquait. Les taches étaient très-rares et très-petites, et, durant beaucoup de jours, il n'y eut ni taches, ni trous; enfin les protubérances étaient peu nombreuses et faibles. Au contraire, les granulations se sont montrées plusieurs fois, y compris le 12 et le 31 mai, d'une manière caractéristique comme à l'époque du maximum et avec un grand nombre de pores très-fins. Ces pores sont quelquefois rangés en ligne droite ou courbe et même en cercle; ils paraissent rassemblés en chapelet : j'en ai fait des dessins le 30 et le 31 mai ; de telles apparences ne pourraient être reproduites exactement que par la photographie, mais nos ressources ne nous permettent pas l'emploi de ce moyen. En résumé, on peut établir les conclusions suivantes :

» 1° Actuellement nous touchons à l'époque du minimum des taches ; les protubérances ont disparu dans les régions polaires, elles sont faibles et peu nombreuses dans la zone équatoriale.

» 2° Les nuages hydrogéniques sont très-rares et très-peu élevés; les phénomènes secondaires manquent entièrement.

» 3° Les éruptions métalliques sont peu fréquentes et faibles.

» 4° Tandis que les phénomènes précédents se montrent presque parallèlement, la circulation du magnésium conserve encore une certaine énergie capable de s'élever au maximum comme dans les années précédentes.

» 5° En même temps que la circulation du magnésium persiste, les granulations continuent à se montrer très-nettement, ainsi que de belles régions de facules. Les flammes de la chromosphère sont en général un peu moins détaillées qu'auparavant ; la hauteur n'en est pas diminuée autant qu'un observateur l'a avancé; le disque est presque toujours entièrement dépourvu de taches et de trous, ce qui montre que la véritable cause des taches est encore ignorée et indépendante de la rotation de l'astre.

» 6° L'absence du sodium semble indiquer que cette substance peut jouer un rôle important dans la formation des taches.

» 7° Il est à désirer que les observateurs continuent leurs recherches avec le même zèle; car, pour l'étude du Soleil, il sera aussi intéressant de poursuivre les études pendant le minimum que pendant le maximum des taches. »

PHYSIQUE. — *Phénomènes d'oscillation électrique*. Note de M. L. **Mouton**, présentée par M. Desains.

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* du 3 janvier 1876, j'ai eu l'honneur de signaler à l'Académie le fait suivant : Étant donnée une bobine d'induction dont les pôles sont isolés l'un de l'autre et séparés par une distance telle qu'aucun phénomène d'étincelle ne puisse se produire entre eux lors de la rupture du courant inducteur, la différence de tension que présentent ces deux pôles passe par les phases suivantes : elle est nulle tant qu'est fermé le courant inducteur; celui-ci métalliquement rompu, une différence de potentiel se manifeste, va croissant, atteint un maximum, puis revient à zéro, change de signe et se met à osciller ainsi autour de cette valeur zéro, avant d'y retomber définitivement. L'évaluation exacte de ces durées si courtes nécessitait un dispositif expérimental que je n'avais pu encore réaliser; grâce à MM. Brunner, j'ai entre les mains un appareil dont la précision et la sûreté sont en rapport avec la nature des grandeurs qu'il s'agissait d'apprécier.

» Cet appareil est exclusivement formé de pièces métalliques dures et dans lesquelles tout mouvement vibratoire a été soigneusement empêché; deux couteaux effilés et isolés sont constamment en rapport métallique avec les extrémités du fil induit; entraînés par le mouvement de deux roues, ils viennent rigoureusement ensemble lécher deux pointes effilées en relation avec les cadrans d'un électromètre de M. Thomson. Un troisième couteau produit la rupture du courant inducteur, et une vis micrométrique l'entraînant permet de faire coïncider d'abord l'instant du double contact précédent avec celui de cette rupture, puis de l'en éloigner de quantités exactement mesurées qui, rigoureusement converties en temps, ont pu descendre jusqu'à 4 millionièmes de seconde. La répétition rapide du phénomène amène ainsi au bout de quelques instants les couples de cadrans de l'électromètre à la différence du potentiel qui correspond au moment considéré.

» Je ne prendrai aujourd'hui des tableaux que j'ai ainsi dressés que ce qui se rapporte aux points où la différence des tensions était nulle, c'est-à-dire aux durées des diverses phases du phénomène.

» J'ai employé les deux bobines induites suivantes : la première de diamètre extérieur $7^c,5$ environ, longueur 15 centimètres; le fil y faisait 13860 tours avec un diamètre de $\frac{1}{4}$ de millimètre; sa résistance mesurée directement est 942 ohms. La seconde bobine, que je dois à la complaisante générosité de M. Ruhmkorff, a les mêmes dimensions, avec 7260 spires d'un fil de $\frac{2}{5}$ de millimètre; sa résistance est 164 ohms.

» J'ai construit quatre bobines inductrices qui pénétraient exactement à l'intérieur de l'une ou de l'autre des bobines induites, dont elles avaient la longueur; elles sont recouvertes d'un fil de cuivre de 1 millimètre de diamètre; l'une en a une seule épaisseur, les autres deux, trois et quatre; elles ne présentent aucune pièce de fer à l'intérieur. Le courant inducteur était fourni par un élément Daniell, moyen modèle, rempli aux $\frac{2}{3}$ avec des disssolutions bien pures de sulfate de zinc et de sulfate de cuivre; je modifiais les intensités de ce courant par un rhéocorde de Poggendorff.

» Dans ces conditions, voici les résultats que j'ai obtenus :

» 1° Une différence de tension s'accuse entre les deux extrémités du fil induit, au bout d'un temps que je crois pouvoir affirmer moindre que 4 millionièmes de seconde, après la rupture métallique du courant inducteur. Le retard observé par M. Blaserna dans la production du courant d'induction, lorsque les deux bobines sont séparées, serait donc insensible quand la bobine induite recouvre immédiatement la bobine inductrice.

» 2° Cette différence de potentiel va en croissant : elle est de sens tel que si les deux extrémités du fil induit étaient réunies par un conducteur, elle donnerait lieu au courant induit direct des théories ordinaires de l'induction; il n'est pas douteux que ce serait elle qui produirait tout ou partie de l'étincelle dite d'induction au cas où les deux extrémités du fil induit ne seraient séparées que par une mince couche d'air, ou une colonne d'un gaz raréfié.

» 3° Aucun phénomène d'étincelle ou de courant n'ayant pu se pro. duire, la différence de potentiel, après avoir atteint un certain maximum, diminue, retombe à zéro, puis change de signe, atteint un nouveau maximum en sens inverse, pour revenir à zéro, et se reproduire en sens inverse, etc.; en un mot, elle oscille de part et d'autre de zéro.

4° Comme on le verra dans les résultats relatifs aux intensités, les maxima successifs vont en diminuant; il est probable que le nombre des oscillations est théoriquement infini, ce qui revient à dire qu'on en observera d'autant plus qu'on les produira plus intenses et qu'on emploiera des instruments de mesure plus sensibles. Je ne me suis donc pas attaché à ce

point. Dans mes premières expériences, le vingtième maximum était encore accusé par une déviation de 160 à l'échelle de l'électromètre.

» 5° Les temps qui séparent deux zéros consécutifs sont rigoureusement égaux, à l'exception du premier, toujours plus long.

» 6° Ces temps diffèrent avec les bobines induites employées; mais, pour une bobine donnée, ils sont indépendants du nombre de spires qui composent la bobine inductrice et de l'intensité du courant inducteur, du moins dans les limites indiquées plus haut où j'ai opéré.

» 7° La durée de la première période, en prenant pour unité de temps le millième de seconde que je désigne par σ, a toujours été comprise pour la bobine de 13860 tours, entre $0^{\sigma},108$ et $0^{\sigma},112$, soit environ $0^{\sigma},110$; elle a été pour la seconde bobine $0^{\sigma},035$.

» 8° La durée commune aux périodes isochrones qui suivent la première a été comprise pour la bobine la plus longue entre $0^{\sigma},076$ et $0^{\sigma},077$; elle a été pour l'autre de $0^{\sigma},023$ à $0^{\sigma},025$.

» 9° Si l'on met dans l'intérieur de la bobine inductrice des fils de fer doux, leur effet est d'allonger la première période seulement, les autres reprenant les valeurs précédentes. Ainsi, des morceaux de fil de fer de 1 millimètre de diamètre, étant introduits dans la bobine, successivement au nombre de 10, 20, 40, les durées correspondantes de la première période (bobine longue), au lieu de $0^{\sigma},110$, ont été $0^{\sigma},144$, $0^{\sigma},153$, $0^{\sigma},171$; et pour les périodes isochrones $0^{\sigma},076$ comme plus haut.

» 10° La durée des oscillations isochrones paraît donc ne dépendre que de la bobine induite elle-même. Bien que n'ayant opéré que sur deux bobines, je me permettrai de faire remarquer la relation suivante : les durées des oscillations isochrones pour les deux bobines sont entre elles comme les quotients de la longueur des fils par leur diamètre. Ce quotient serait ainsi une espèce de résistance à un flux électrique parcourant les surfaces et dans laquelle le périmètre remplacerait la section. Les longueurs des fils des deux bobines précédentes sont en effet approximativement 2500 mètres et 1200 mètres, et l'on a $\frac{2500}{0,25} : \frac{1200}{0,4} = 3,3$; le rapport des temps est $\frac{0,077}{0,023} = 3,3$. Comme vérification, on a encore $\frac{942 \times 0,25}{164 \times 0,4} = 3,5$. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les chlorhydrines propyléniques et la loi d'addition de l'acide hypochloreux.* Deuxième Note de M. L. **Henry**, présentée par M. Wurtz.

« Pour établir cette loi autant qu'il est possible de le faire, en ce qui concerne les composés non saturés bivalents, rappelons d'abord quelques faits bien constatés.

» Les dérivés allyliques C^3H^5X répondent à la formule de structure

$$\begin{array}{l} CH^2X \\ | \\ CH \\ \| \\ CH^2 \end{array}$$

» En s'ajoutant à l'acide hypochloreux, les dérivés allyliques se transforment en dérivés chlorhydroxylés de la formule générale

$$\begin{array}{l} CH^2X \\ | \\ CHCl \\ | \\ CH^2(OH) \end{array}$$

dérivés glycériques *alcooliques* et *primaires*, c'est-à-dire que le groupement hydroxyle (OH) se fixe sur le chaînon $=CH^2$; c'est ce que j'ai démontré par leur oxydation au moyen de l'acide azotique; ces dérivés glycériques se transforment en produits de substitution de l'acide propionique. Ainsi j'ai obtenu l'acide bichloropropionique avec la dichlorhydrine

$$(C^3H^5Cl + OH, Cl),$$

et l'acide chlorobromopropionique avec la chlorobromhydrine résultant de l'addition de l'acide hypochloreux au bromure d'allyle

$$(C^3H^5Br + OHCl)\ (1).$$

» D'autre part, je viens de prouver que la chlorhydrine propylénique $(C^3H^6 + OH, Cl)$ se transforme par l'oxydation en acide monochloropropionique (2), et que par conséquent elle répond à la formule

$$\begin{array}{l} CH^2(OH) \\ | \\ CHCl \\ | \\ CH^3 \end{array}$$

contrairement à l'opinion de M. Markownikoff.

(1) *Bulletin de l'Académie de Belgique*, t. XXXVII, 2e série, avril et mai 1874.

(2) *Comptes rendus*, n° du 28 mai 1876.

» En présence de cet ensemble de faits *concordants*, je me crois en droit de conclure que, *lors de l'addition de l'acide hypochloreux* OH, Cl *à un composé non saturé renfermant le système* — $CH = CH^2$, *l'hydroxyle se fixe sur le chaînon carboné le plus riche en hydrogène, et le chlore sur le chaînon carboné le moins riche en cet élément.*

» L'expérience autorise à établir cette proposition, mais elle ne permet pas strictement d'aller au delà : outre les composés non saturés renfermant le système $- CH = CH^2$, il en est d'autres renfermant les systèmes $= C = CH^2$ et $- C = CH -$. Nous ne connaissons pas assez de faits pour établir la manière dont l'acide hypochloreux se fixe sur ces deux derniers systèmes, et il n'est pas encore possible de formuler avec certitude la *loi générale* d'addition de l'acide hypochloreux aux composés non saturés, quel que soit le système de chaînons carbonés non saturés que ces composés renferment. C'est une lacune que je me propose de combler. Toutefois, il est à croire que l'acide hypochloreux se comporte d'une manière uniforme vis-à-vis de tous les composés non saturés.

» A la loi d'addition de l'acide hypochloreux aux composés non saturés renfermant $- CH = CH^2$, que j'ai formulée plus haut, M. Markownikoff oppose les produits d'addition de l'acide chlorhydrique à l'oxyde de propylène et à l'épichlorhydrine, dans lesquels le chlore s'attache au carbone le plus hydrogéné.

$$\underbrace{\begin{matrix} CH^2 \\ | \\ CH \\ | \\ CH^3 \end{matrix} \!\!>\! O}_{\text{Oxyde de propylène.}} + HCl = \underbrace{\begin{matrix} CH^2Cl \\ | \\ CH - OH \\ | \\ CH^3 \end{matrix}}_{\text{Chlorhydrine du propylglycol.}}$$

» Je reconnais parfaitement l'exactitude de cette interprétation, mais elle ne peut être généralisée et appliquée à l'acide hypochloreux; l'addition de celui-ci à un composé non saturé constitue une réaction d'un tout autre genre que la combinaison de HCl à un oxyde.

» Des deux groupements qui constituent l'acide hypochloreux, le chlore qui se fixe par le chaînon le moins hydrogéné l'emporte, en tant qu'*énergie active*, sur le radical OH qui se fixe sur le chaînon le plus hydrogéné. M. Markownikoff n'a pas admis cette manière de voir, dans laquelle je persiste pour les raisons suivantes :

» 1° Le chlore est plus négatif que l'oxygène; quant à l'hydrogène, il constitue un élément positif : c'est, suivant l'heureuse expression de

M. Dumas, un métal gazeux; par conséquent, l'oxygène lesté d'un atome d'hydrogène, c'est-à-dire le radical OH, doit être moins négatif que le chlore.

» 2° L'expérience confirme cette induction théorique. L'hydroxyle OH, à l'état d'eau oxygénée HO-OH, expulse aisément l'iode des iodures alcalins et alcalino-terreux, mais non le chlore des chlorures correspondants.

» J'ajoute que le brome est également plus négatif que l'oxhydryle, les produits d'addition de l'acide hypobromeux aux composés allyliques ayant la même constitution que ceux de l'acide hypochloreux.

» J'ajouterai encore la remarque suivante .

» 1° Dans ce travail et dans le précédent, je n'ai eu en vue que l'addition de l'acide hypochloreux à des composés non saturés bivalents, simplement hydrocarbonés et n'ayant pas subi de substitution dans le chaînon non saturé. En effet, quand ils ont subi une substitution et renferment des radicaux négatifs, ils se comportent d'une manière spéciale vis-à-vis de l'acide hypochloreux. Je n'ai pas non plus en vue l'addition de OH, Cl aux composés tétravalents, c'est-à-dire renfermant les systèmes $-\mathrm{C}\equiv\mathrm{C}$, $-\mathrm{C}\equiv\mathrm{CH}$ ou $\mathrm{HC}\equiv\mathrm{CH}$, systèmes bicarbonés tétravalents, tels que l'acétylène et les composés qu'on peut y rattacher.

» 2° M. Markownikoff m'a objecté que, dans le cas des additions directes, le sens de la réaction varie suivant la température. C'est là un fait classique, que personne ne méconnaît et qui a été établi par les beaux travaux de M. Reboul; mais je n'avais pas à faire entrer cette considération en ligne de compte dans le cas particulier de l'acide hypochloreux, puisque toutes les additions de ce réactif se font à froid.

» Enfin je n'hésite pas à reconnaître que M. Markownikoff le premier a formulé une loi générale se rapportant aux produits d'addition des corps non saturés. Si je ne l'ai pas cité, c'est que je ne pouvais faire l'historique de la question dans une Note de peu d'étendue, et qu'il me semblait superflu de rappeler des faits qui doivent être connus de tous les chimistes.

» Après avoir fait la part de mon savant contradicteur, qu'il me soit permis de revendiquer pour moi-même l'établissement de la loi d'addition de l'acide hypochloreux. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Analyse élémentaire du noir d'aniline électrolytique.* Note de M. **Fr. Goppelsroeder**, présentée par M. Wurtz.

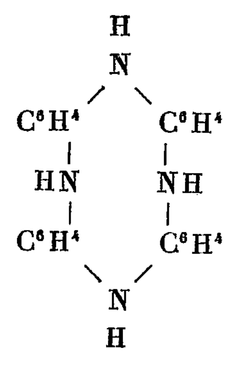
« Le noir analysé a été obtenu en faisant passer le courant galvanique à travers une solution aqueuse de chlorhydrate d'aniline pure. Le dépôt

formé à l'électrode positive a été purifié au moyen de traitements successifs par l'eau, l'alcool, l'éther, la benzine, et de nouveau par l'alcool. Le traitement par l'éther et la benzine n'était pas même nécessaire, car ces deux liquides ne montraient pas la moindre coloration. Après cette purification, la substance se présentait sous forme d'une poudre d'un noir velouté, qui a été bien séchée à 110 degrés. La détermination du carbone et de l'hydrogène a été faite au moyen de l'oxyde de cuivre et de l'oxygène. L'azote a été déterminé d'après la méthode absolue de M. Dumas. Les analyses élémentaires, faites avec la collaboration de MM. Schmidt et Amsler, puis avec M. Barrelet, ont conduit aux résultats suivants :

	Carbone pour 100.	Hydrogène pour 100.	Azote pour 100.	Chlore pour 100.
Analyse n° 1.........	»	5,263	»	»
» 2.........	»	5,263	»	»
» 3.........	»	5,408	»	»
» 4.........	»	5,181	»	»
» 5.........	71,421	4,912	»	»
» 6.........	71,421	5,439	»	»
» 7.........	71,255	5,221	»	»
» 8.........	»	»	15,3376	»
» 9.........	»	»	15,3170	»
» 10.........	»	»	»	8,800
» 11.........	»	»	»	9,083
Moyenne.......	71,366	5,241	15,327	8,941

» Cette moyenne conduit à la formule empirique $C^{24}H^{21}N^{4}Cl$.

» Le corps perd, par l'ébullition avec une dissolution étendue de potasse caustique, tout son chlore et se change en une substance noire d'apparence cristalline possédant un reflet métallique. Le noir velouté est le monochlorhydrate de la base tétramine $C^{24}H^{20}N^{4}$, à laquelle je crois pouvoir donner la formule rationnelle



et qui, comme d'autres polybases de la série aromatique, donne le plus facilement des sels monoacides. Le noir obtenu par l'électrolyse du chlorhydrate d'aniline a donc la formule ($C^{24}H^{20}N^{4}+HCl$); celui que j'ai obtenu par l'électrolyse du sulfate a par conséquent la formule ($2C^{24}H^{20}N^{4}+H^{2}SO^{4}$).

» Quand on chauffe le noir électrolytique, il se dégage des vapeurs d'aniline; en même temps il se sublime un colorant violet, comme je l'ai déjà dit dans une Note précédente. Si l'on traite le noir d'aniline, en tubes fermés et à une température d'au moins 190 degrés (jusqu'à 150 degrés il n'y a pas changement) avec l'aniline, la méthyldiphénylamine, la pseudotoluidine, la méthylaniline et la nitrobenzine, ces substances attaquent le noir et se colorent : l'aniline en violet, la méthyldiphénylamine en brun, la pseudotoluidine en violet brun, la méthylaniline en rouge brun, et la nitrobenzine en brun rouge. Par un traitement analogue, l'alcool se colore en violet; ce liquide violet donne les réactions suivantes : les acides chlorhydrique et sulfurique le décolorent; la coloration revient par saturation avec l'ammoniaque. L'eau de chlore et l'acide sulfureux le détruisent, la potasse caustique en petite quantité le colore en bleu, tandis qu'un excès du réactif le rend violet rouge; l'acide azotique lui donne une nuance brun violet, et l'acide acétique une nuance brune, qui redevient violette par saturation avec la potasse caustique. Dans des conditions semblables, l'iodure d'éthyle attaque aussi le noir; mais je tiens à compléter l'étude de ces différentes métamorphoses avant d'en parler davantage.

» Ma Note sur les études électrochimiques était déjà rédigée au mois d'avril, pour pouvoir être lue, le 11 mai, dans la séance générale de la Société Industrielle de Mulhouse, à l'occasion du cinquantième anniversaire de sa fondation; et ce n'est que le 10 mai au soir que j'ai reçu le n° 8 des *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, dans lequel M. Nietzki publie les résultats de ses analyses du noir d'aniline obtenu par la méthode ordinaire et lui donne la formule $C^{18}H^{15}N^{3}.HCl$. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'anthraflavone et un produit accessoire de la fabrication de l'alizarine artificielle.* Note de M. A. **Rosenstiehl.**

« Une Note récente de MM. Schunk et Rœmer, publiée dans les *Bulletins de la Société chimique de Berlin* (*Berichte*, t. IX, p. 681, 22 mai 1876), sur l'anthrapurpurine et la flavopurpurine, dans laquelle les auteurs an-

noncent l'intention d'étendre leurs recherches à l'anthraflavone, me détermine à résumer l'état actuel de mes expériences personnelles sur ce corps.

» 1. J'ai montré en 1874 (*Comptes rendus*, LXXIX, p. 764), que l'anthraflavone découverte par MM. Barth et Sennhofer, fondue avec la potasse caustique, donne naissance simultanément à deux matières colorantes dont l'une, soluble dans la benzine et l'eau d'alun, teint l'étoffe mordancée en couleurs voisines de celles de l'alizarine, tandis que l'autre, insoluble dans ces deux véhicules, se rapproche de la purpurine; les couleurs obtenues par teinture sont comparables, comme vivacité et comme solidité, à celle de la garance.

» 2. La première se produit en si petite quantité qu'il m'a été impossible, jusqu'à présent, d'en faire l'étude.

» La deuxième, plus abondante, est un isomère de la purpurine, qui se rapproche par ses propriétés de l'isopurpurine ou anthrapurpurine de M. Perkins.

» 3. En étudiant les conditions de sa production, j'ai reconnu que l'anthraflavone elle-même est un mélange de deux isomères de l'alizarine, qui se distinguent par leur manière de se comporter vis-à-vis des bases.

» L'un forme un sel de soude très-soluble dans l'eau, se dissout dans l'eau de baryte qu'il colore en jaune orange foncé, s'unit à l'alumine en gelée pour former une laque orange, et produit dans sa fusion avec la potasse caustique, entre 135 et 150 degrés, l'isomère de la purpurine dont je viens de parler. L'autre forme un sel de soude peu soluble et facilement cristallisable; il est insoluble à froid dans l'eau de baryte, ne s'unit pas à l'alumine en gelée, et, fondu avec la potasse dans les mêmes conditions de température, il ne donne naissance à aucune matière colorante; ce n'est qu'à une température plus élevée qu'il s'en forme un peu, avec destruction d'une notable portion de matière. Ce deuxième corps, que ses propriétés si caractéristiques m'ont permis de préparer dans un grand état de pureté, s'obtient sous forme de fines aiguilles soyeuses, qui en masse présentent la couleur jaune du chromate de plomb, et rappellent l'aspect de l'acide chrysophénique.

» 4. Ce corps est identique avec un produit accessoire de la fabrication de l'alizarine artificielle, qui m'a été remis par MM. Ulrich et H. von Perger (*Berichte*, t. IX, p. 131), directeurs de la fabrique d'alizarine de Prague (Przibram et C^ie^). Ces chimistes, après en avoir constaté les propriétés et

les fonctions, l'ont appelé *acide anthraxanthique* et m'ont offert d'en achever l'étude.

» 5. Les caractères des deux isomères contenus dans l'anthraflavone et ceux de l'acide anthraxanthique concordent si bien avec ce que MM. Schunk et Rœmer décrivent sous le nom d'acide *isoanthraflavique* et d'acide *anthraflavique*, qu'ils ont découverts dans les produits accessoires de la fabrication de l'alizarine, que le doute sur leur identité n'est pas possible.

» 6. Il en résulte cette conséquence importante, qu'en partant de l'anthracène on obtient les mêmes dérivés qu'avec l'acide oxybenzoïque, c'est-à-dire des produits où les hydroxyles sont répartis entre les deux groupes C^6H^4 qui forment l'anthracène; constitution fort différente de celle de l'alizarine, où les hydroxyles sont dans un seul des deux groupes. »

PHYSIOLOGIE. — *De la membrane interne du gésier de poulet comme cloison osmotique*. Note de M. G. Carlet, présentée par M. Milne Edwards.

« En répétant l'expérience bien connue de Dutrochet, reprise par Matteucci, expérience qui a fait croire à l'osmose de l'alcool vers l'eau, à travers la membrane interne du gésier de poulet, je fus surpris de trouver un résultat contraire à celui qu'ont indiqué ces deux savants, c'est-à-dire que je vis l'eau se diriger vers l'alcool; je fus ainsi amené à étudier le phénomène de plus près, et à déterminer les conditions de sa production.

» 1° J'ai déjà insisté, dans une Note précédente, sur l'absolue nécessité qu'il y a, quand on veut faire des expériences précises sur l'osmose, de se mettre dans des conditions telles que la pression sur les deux faces de la membrane soit la même au début de l'expérience. Or si, dans un osmomètre fermé par une membrane du gésier, on dispose les colonnes d'alcool et d'eau, de façon que les hauteurs de ces colonnes soient en raison inverse de leurs densités, afin d'obtenir l'égalité de pression sur les deux faces de la membrane interposée, on observe *toujours*, *dès le début* et *pendant tout le temps* de l'expérience, l'osmose de l'eau vers l'alcool.

» J'ai fait plus de cinquante expériences avec huit membranes différentes, en mettant l'alcool ou l'eau à l'intérieur de l'osmomètre. J'ai toujours observé l'ascension de la colonne dans le premier cas, et sa descente dans le second, en me plaçant dans les conditions d'égalité de pression sur les deux faces de la membrane. J'ai opéré, soit sur des membranes tendues, soit sur des membranes retirées avec précaution du gésier et conservant leur forme de sacs. J'ai mis la face interne de la membrane, tantôt en de-

dans, tantôt en dehors de l'osmomètre. J'ai même employé des membranes qui avaient macéré pendant plus de vingt-quatre heures dans l'alcool, afin de faciliter le passage de ce liquide. Dans ces diverses circonstances, la rapidité de l'osmose a seule varié; mais le courant dominant a toujours été dirigé de l'eau vers l'alcool; et cependant, ainsi que cela devait être à cause des densités, le niveau de l'alcool était toujours plus élevé que celui de l'eau, au commencement de l'expérience.

» 2° Si l'on donne à la colonne d'alcool une hauteur supérieure de quelques centimètres à celle qu'elle doit avoir pour qu'il y ait égalité de pression sur les deux faces de la membrane, on voit alors que cette colonne ne tarde pas à s'abaisser lentement. Si l'on se borne à l'observation de ce phénomène, on peut croire à l'osmose de l'alcool vers l'eau, et c'est très-probablement ce qui est arrivé à Dutrochet et à Matteucci. Mais, en laissant l'expérience se continuer, j'ai vu que la colonne qui s'était abaissée s'élève bientôt, puis dépasse son premier niveau, et enfin continue à monter. L'explication de ce dernier fait est facile. En effet, au début de l'expérience, la colonne d'alcool exerçait à la face supérieure de la membrane une pression qui a déterminé le passage d'une certaine quantité de ce liquide; mais bientôt le phénomène osmotique a contre-balancé l'effet produit par la pression de l'alcool, et alors la colonne a commencé à s'élever. La charge d'une colonne de quelques centimètres d'alcool, qui est négligaable vis-à-vis de la plupart des membranes, ne l'est donc pas vis-à-vis de la membrane interne du gésier de poulet.

» 3° Les faits qui précèdent et ceux qui suivent confirment le principe posé par M. Milne Edwards, à savoir que, « toutes choses étant égales d'ailleurs, celui des deux liquides miscibles réagissants qui est attiré avec le » plus de force par la cloison perméable est versé dans l'autre et en augmente la masse (1). » Effectivement, que l'on prenne des morceaux de membrane de gésier et qu'on les pèse d'abord secs, puis imbibés d'alcool, et enfin d'eau : si la membrane s'est laissée imbiber de la même manière par les deux liquides, il est clair que les augmentations de poids seront respectivement proportionnelles aux densités de ces liquides. Or le rapport des augmentations de poids provenant de l'eau et de l'alcool introduits dans la membrane se trouve toujours supérieur au rapport des densités de l'eau et de l'alcool. La membrane du gésier se laisse donc mieux imbiber par

(1) *Leçons sur la Physiologie et l'Anatomie comparées*, t. V, p. 132 (1859).

l'eau que par l'alcool, et, comme l'osmose s'y fait du premier liquide vers le second, le principe précédent se trouve pleinement confirmé.

» 4° Enfin j'ai voulu voir si les membranes voisines jouissaient des mêmes propriétés. Pour cela, j'ai construit des osmomètres avec les membranes du jabot et du ventricule succenturié. Le sens du phénomène a toujours été le même.

» En résumé, et contrairement à ce qu'on a dit jusqu'alors, la membrane interne du gésier de poulet ne constitue pas une exception parmi les membranes animales. Interposée entre l'eau et l'alcool, dans les conditions normales de l'osmose, elle est toujours traversée par un courant dominant allant de l'eau vers l'alcool. »

M. **Eug. Robert** adresse une Note, dans laquelle il signale l'influence de la longue sécheresse des premiers mois de 1875 sur les mousses et les lichens répandus dans les bois montueux et les pentes des collines. (Extrait.)

« Dans les bois les plus exposés à la sécheresse ou non humides, les mousses, suivant les espèces, se présentent généralement en grandes taches roussâtres, blanc jaunâtre ou noirâtres, signes certains d'un anéantissement complet.

» Il va sans dire que cette destruction des cryptogames s'est faite au profit des plantes phanérogames, notamment des grâminées, labiées et légumineuses, qui ont pris un plus grand développement. »

M. **Sacc** adresse une Lettre relative au procédé de panification par le houblon. Il insiste sur la nécessité de maintenir la pâte au chaud pendant la nuit qui précède l'enfournement.

La séance est levée à 5 heures et demie. J. B.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 JUIN 1876.

PRÉSIDENCE DE M. LE VICE-AMIRAL PÂRIS.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉOMÉTRIE. — *Théorèmes relatifs à des courbes d'ordre et de classe quelconques, dans lesquels on considère des couples de segments rectilignes ayant un produit constant;* par M. Chasles.

« Dans des Communications précédentes, j'ai traité diverses questions relatives à des systèmes de deux segments *égaux* (1), puis à des systèmes de deux segments *ayant un rapport constant* (2); je me propose dans ce moment d'étendre ces applications du principe de correspondance à des couples de segments dont le *produit est constant.*

» I. *Le lieu d'un point* x *d'où l'on mène à deux courbes* U^n, $U^{n'}$ *deux tangentes* $x\theta$, $x\theta'$ *ayant un produit constant est une courbe de l'ordre*

$$2(mn' + m'n + 2nn').$$

$$\left.\begin{array}{lll} x, & n(2m' + 2n') & u \\ u, & n'(2m + 2n) & x \end{array}\right| \; 2(mn' + m'n + 2nn').$$

(1) *Comptes rendus*, séances des 9 et 23 août, 18 octobre et 2 novembre 1875.

(2) *Comptes rendus*, séance du 18 octobre 1875.

» La courbe a, à l'infini : 1° deux points multiples d'ordre $2nn'$ aux deux points circulaires; 2° m points multiples d'ordre $2n'$ aux m points de U^n; et 3° m' points multiples d'ordre $2n$ aux m' points de $U^{n'}$.

» *Corollaire.* — Lorsque $U^{n'}$ est un point, $m' = 0$, $n' = 1$, la courbe est d'ordre $2m + 4n$.

» Et lorsque U^n est aussi un point, $m = 0$, $n = 1$, la courbe est du quatrième ordre : elle a deux points doubles aux deux points circulaires de l'infini; c'est l'*ovale de Cassini*.

» II. *Si l'on prend sur la tangente de chaque point θ d'une courbe U^n deux segments θx faisant chacun avec une tangente $\theta\theta'$, menée du point θ à une courbe $U^{n'}$, un produit constant $(\theta x . \theta\theta' = \mu)$, le lieu des points x est une courbe de l'ordre* $2(mm' + mn' + nn')$.

$$\begin{array}{lll|l} x, & nn'2 & u & \\ u, & (2m'+4n')m & x & 2(mm'+2mn'+nn'). \end{array}$$

C'est-à-dire : D'un point x de L on mène n tangentes $x\theta$, et de chaque point de contact θ on mène n' tangentes $\theta\theta'$; puis de chaque point θ on décrit un cercle de chaque rayon égal à $\frac{\mu}{\theta\theta'}$, qui coupe L en deux points u, ce qui fait $2nn'$ points u. Un point u étant pris sur L, le lieu d'un point θ d'où l'on peut mener à $U^{n'}$ une tangente $\theta\theta'$ égale à $\frac{\mu}{\theta u}$ est (d'après le théorème précédent) une courbe d'ordre $(2m' + 4n')$, qui a $(2m' + 4n')m$ points θ sur $U^{n'}$; les tangentes en ces points coupent L en $(2m' + 4n')m$ points x. Il y a donc $2(mm' + 2mn' + nn')$ coïncidences de x et u.

» Il y a $2mn'$ solutions étrangères dues aux points x situés sur les tangentes des points θ de U^n qui se trouvent sur les tangentes de $U^{n'}$ issues des deux points circulaires de l'infini. Il reste $2(mm' + mn' + nn')$ solutions. Donc, etc.

La courbe a, à l'infini : 1° deux points multiples d'ordre nn' aux deux points circulaires; 2° m points multiples d'ordre $2n'$ aux m points de U_m; 3° mm' points doubles sur les tangentes de $U^{n'}$ aux mm' points d'intersection de U_m et $U^{n'}$.

Corollaire. — Lorsque la courbe $U^{n'}$ se réduit à un point, $m' = 0$ et $n' = 1$, la courbe est d'ordre $2m + 2n$.

» III. *Le lieu d'un point x d'où l'on mène à deux courbes U^n, $U^{n'}$ deux tangentes $x\theta$, $x\theta'$ telles, que le produit de la seconde $x\theta'$ par une tangente $\theta\theta''$ menée du point de contact de la première à une troisième courbe $U^{n''}$ soit constant, est une courbe de l'ordre* $2[mn'(m'' + n'') + nn''(m' + n')]$.

$$\begin{array}{lll|l} x, & nn''(2m'+2n') & u & \\ u, & n'(2m''+2n'')m & x & \text{Donc, etc.} \end{array}$$

» La courbe a, à l'infini : 1° deux points multiples d'ordre $n'nn''$ aux deux points circulaires; 2° $2n''m$ points multiples d'ordre n' sur les tangentes des $2n''m$ points θ de U^n qui se trouvent sur les $2n''$ tangentes de $U^{n''}$ issues des deux points circulaires; 3° mm'' points multiples d'ordre $2n'$ sur les tangentes de U^n en ses mm'' points d'intersection avec $U^{n''}$; 4° m' points multiples d'ordre $2nn''$ aux m' points de $U^{n'}$.

» IV. *De chaque point* a *d'une courbe* U_m *on mène à une courbe* $U^{n'}$ *une tangente* $a\theta$, *et du point de contact* θ *on mène à une courbe* $U^{n''}$ *une tangente* $\theta\theta'$ *sur laquelle on prend les deux segments* ax *satisfaisant à la relation* $a\theta \,.\, ax = \mu$: *le lieu de ces points est une courbe de l'ordre* $4mn''(m' + n')$.

$$\left.\begin{array}{lll} x, & n''m'm2 & u \\ u, & (2m'+4n')mn^{n'}\,[\mathrm{II}] & x \end{array}\right|\, 4mn''(m'+n').$$

» La courbe a, à l'infini : 1° deux points multiples d'ordre $n''m'm$ aux deux points circulaires; 2° $mm'n''$ points doubles sur les tangentes de $U^{n''}$ menées des mm' points d'intersection de U_m et $U^{n'}$; 3° $4mn'n''$ points sur les tangentes de $U^{n''}$ menées des points de contact θ des tangentes de $U^{n'}$ issues des deux points circulaires.

V. *On mène de chaque point* a *d'une courbe* U_m *une tangente* $a\theta$ *d'une courbe* $U^{n'}$, *puis, du point de contact* θ *on mène les tangentes* $\theta\theta'$ *d'une courbe* $U^{n''}$ *et l'on prend sur la tangente* $a\theta$ *des segments* ax *ayant avec chacune de ces tangentes* $\theta\theta'$ *la relation* $ax \,.\, \theta\theta' = \mu$: *le lieu des points* x *est une courbe de l'ordre* $2m(m'm'' + m'n'' + n'n'')$.

$$\left.\begin{array}{lll} x, & n'mn''2 & u \\ u, & 2(m'm''+m'n''+n'n'')m & x \end{array}\right|\, 2m(m'm''+m'n''+2n'n'').$$

C'est-à-dire : D'un point x de L on mène n' tangentes $x\theta$, et de chaque point de contact n'' tangentes $\theta\theta'$; puis des m points a de U_m, sur chaque tangente $x\theta$, on décrit des cercles de rayon égal à $\frac{\mu}{\theta\theta'}$, qui coupent L chacun en deux points u; ce qui fait $2mn''$ points u pour chaque tangente $x\theta$; et $2n'mn''$ pour les n' tangentes $a\theta$. Un point u étant pris sur L, le lieu d'un point a, d'où l'on mène les tangentes $a\theta$, $\theta\theta'$ et tel que l'on ait $au \,.\, \theta\theta' = \mu$ est une courbe de l'ordre $2(m'm'' + m'n'' + n'n'')$ [th. III], qui a donc $2(m'm'' + m'n'' + n'n'')m$ points a sur U_m : les droites $a\theta$ coupent L en ce nombre de points x. Donc $2m(m'm'' + m'n'' + 2n'n'')$ coïncidences de x et u.

» Il y a $2mn'n''$ solutions étrangères dues aux points x de L qui se trouvent sur les tangentes de $U^{n'}$ dont les points de contact θ sont sur les tangentes de $U^{n''}$ issues des deux points circulaires à l'infini. Il reste $2m(m'm'' + m'n'' + n'n'')$. Donc, etc.

» La courbe a, à l'infini : 1° deux points multiples d'ordre $mn'n''$ aux deux points circulaires; 2° $2n''m'$ points multiples d'ordre m sur les tangentes de $U^{n'}$ aux $2m'$ points θ de cette courbe situés sur les tangentes de $U^{n''}$ issues des deux points circulaires; 3° $m'm''$

points multiples d'ordre $2m$ sur les tangentes de $U^{n'}$ en ses $m'm''$ points d'intersection avec $U^{n''}$.

» VI. *Le lieu d'un point* x *d'où l'on mène à deux courbes* U^n, $U^{n''}$ *deux tangentes* $x\theta, x\theta'$, *dont la seconde rencontre une courbe* U_m *en un point* a *pour lequel le produit du segment* xa *par la première tangente* $x\theta$ *soit constant* $(xa . x\theta = \mu)$, *est une courbe de l'ordre* $2mn''(m' + 3n')$.

$$\left.\begin{array}{lll} x, & n'4n''m & u \\ u, & n''m(2m' + 2n') & x \end{array}\right| 2mn''(m' + 3n').$$

» La courbe a, à l'infini : 1° deux points multiples d'ordre $2mn'n''$ aux deux points circulaires; 2° m points multiples d'ordre $2n'n''$ aux m points de U_m; 3° m' points multiples d'ordre $2mn''$ aux m' points de $U^{n'}$.

» VII. *De chaque point* a *d'une courbe* U_m *on mène deux tangentes* $a\theta$, $a\theta'$ *à deux courbes* $U^{n'}$, $U^{n''}$, *et du point de contact de la seconde on abaisse sur la première deux obliques* $\theta'x$ *telles, que l'on ait* $\theta'x . \theta'a = \mu$: *le lieu des points* x *est une courbe de l'ordre* $2mn'(m'' + n'')$.

$$\left.\begin{array}{lll} x, & 2(m'' + n'')mn' \,[\mathrm{II}] & u \\ u, & n'mn''2 & x \end{array}\right| 2mn'(m'' + 2n'').$$

» Il y a $2n'mn''$ solutions étrangères dues aux points x situés sur les tangentes de $U^{n''}$ issues des deux points circulaires, parce qu'alors, le segment $a\theta'$ ayant telle valeur que l'on veut, le point u peut coïncider avec x; ce qui fait une solution étrangère. Il reste $2mn'(m'' + n'')$. Donc, etc.

» La courbe a, à l'infini : 1° Deux points multiples d'ordre $n'mn''$ aux deux points circulaires; 2° $mm''n'$ points doubles sur les $mm''n'$ tangentes de $U^{n'}$ menées des mm'' points d'intersection de U_m et $U^{n''}$.

» VIII. *De chaque point* θ *d'une courbe* $U^{n'}$ *on mène à une courbe* $U^{n''}$ *une tangente sur laquelle une courbe* U_m *fait des segments* $a\theta$, *et l'on prend sur la tangente du point* θ *des segments* θx *faisant avec chaque segment* θa *un produit constant* $(\theta x . \theta a = \mu)$: *le lieu des points* x *est une courbe de l'ordre* $2mn''(2m' + n')$.

$$\left.\begin{array}{lll} x, & n'n''m2 & u \\ u, & 6mn''m' \,[\mathrm{VI}] & x \end{array}\right| 2mn''(3m' + n').$$

» Il y a $2n''mm'$ solutions étrangères dues aux points θ de $U^{n'}$ qui se trouvent sur les tangentes de $U^{n''}$ issues des deux points circulaires de l'infini. Il reste $2mn''(2m' + n')$.

» La courbe a, à l'infini ; 1° deux points multiples d'ordre $n'n''m$ aux deux points cir-

culaires; 2° mm' points multiples d'ordre $2n''$ sur les tangentes de $U^{n'}$ en ses mm' points d'intersection avec U_m; 3° $2n''m'$ points multiples d'ordre m sur les tangentes de $U^{n'}$ en ses $2n''m'$ points θ situés sur les tangentes de $U^{n''}$ issues des deux points circulaires.

» Autrement, pour U_m unicursale,

$$\left.\begin{array}{lll} a, & n''m'2m & \alpha \\ \alpha, & 2(m'+n')n''m & a \end{array}\right| 2mn''(2m'+n').$$

» IX. *Le lieu d'un point* x *d'où l'on mène à deux courbes* $U^{n'}, U^{n''}$ *deux tangentes* $x\theta$, $x\theta'$ *telles, que le produit de la deuxième* $x\theta'$ *par un segment* $a\theta$ *fait sur la première par une courbe* U_m *soit constant,* $(x\theta'.a\theta = \mu)$, *est une courbe de l'ordre* $2m(m'n'' + m''n' + 2n'n'')$.

$$\left.\begin{array}{lll} x, & n'(2m''+2n'')m & u \\ u, & n''m(2m'+2n') & x \end{array}\right| 2m(m'n''+m''n'+2n'n'').$$

» La courbe a, à l'infini : 1° deux points multiples d'ordre $2mn'n''$ aux deux points circulaires; 2° mm' points multiples d'ordre $2n''$ sur les tangentes de $U^{n'}$ en ces mm' points d'intersection avec U_m; 3° m'' points multiples d'ordre $2n'm$ aux m'' points θ' de $U^{n''}$.

» X. *De chaque point* θ *d'une courbe* $U^{n'}$, *on mène les tangentes* $\theta\theta'$ *d'une courbe* $U^{n''}$, *sur lesquelles une courbe* U_m *fait des segments* $a\theta'$, *et l'on prend sur la tangente du point* θ *de* $U^{n'}$, *les segments* θx *faisant chacun avec chaque segment* $a\theta'$ *un rapport constant* $(\theta x.\theta' a = \mu)$: *le lieu des points* x *est une courbe de l'ordre* $2m(m'm'' + m'n'' + n'n'')$.

$$\left.\begin{array}{lll} x, & n'n''m2 & u \\ u, & 2m(m''+2n'')m'\,[\text{IX}] & x \end{array}\right| 2m(m'm''+2m'n''+n'n'').$$

C'est-à-dire : De chaque point x de L on mène n' tangentes $x\theta$, puis, de chaque point θ, n'' tangentes $\theta\theta'$ qui rencontrent U_m chacune en m points a; puis on décrit de chaque point θ, un cercle de rayon $\frac{\mu}{a\theta'}$, qui coupe L en deux points u, ce qui fait $2n'n''m$ points u. Un point u étant pris sur L, le lieu d'un point θ, d'où l'on peut mener une tangente $\theta\theta'$ satisfaisant à la relation $\theta u.a\theta' = \mu$, est (d'après le théorème IX) une courbe d'ordre $2m(m''+2n'')$, qui a donc $2m(m''+2n'')m'$ points θ sur la courbe $U^{n'}$: les tangentes en ces points coupent L en $2m(m''+2n'')m'$ points x.

» Il y a $2n''mm'$ solutions étrangères causées par les tangentes $\theta\theta'$ qui passent par les deux points circulaires de l'infini; car alors le segment $a\theta'$ a telle valeur que l'on veut, et le cercle décrit du rayon $\frac{\mu}{a\theta'}$ peut passer par le point x, de sorte que u coïncide avec x, ce qui fait une solution étrangère. Et ainsi $2n''mm'$. Il reste $2m(m'm'' + m'n'' + n'n'')$. Donc, etc.

» La courbe a, à l'infini : 1° deux points multiples d'ordre $n'n''m$ aux deux points circulaires; 2° m' points multiples d'ordre $n''m2$ aux m' points de $U^{n'}$; 3° $mm''m'$ points

doubles sur les tangentes des points de $U^{n'}$ situées sur les tangentes de $U^{n''}$ en ses mm'' points d'intersection avec U_m.

» XI. *Le lieu d'un point* x *d'où l'on mène à deux courbes* $U^{n'}$, $U^{n''}$ *deux tangentes* $x\theta, x\theta'$, *dont la seconde rencontre une courbe* U_m *en un point* a *d'où l'on mène à une courbe* $U^{n'''}$ *une tangente* $a\theta''$, *qui satisfasse à la condition, que le produit de cette tangente et de la première* $x\theta$ *soit constant* $(x\theta\,.\,a\theta'' = \mu)$, *est une courbe de l'ordre* $2mn''(m'm''' + m'''n' + 2n'n''')$.

$$\begin{array}{lll|l} x, & n'(2m''' + 2n''')mn'' & u & \\ u, & n''mn'''(2m' + 2n') & x & 2mn''(m'n''' + m'''n' + n'n''') . \end{array}$$

» La courbe a, à l'infini : 1° Deux points multiples d'ordre $n'n''mn'''$, aux deux points circulaires; 2° $2n''mn'''$ points multiples d'ordre n' sur les tangentes de $U^{n''}$ menées des $2n'''m$ points a où U_m est coupée par les tangentes de $U^{n'''}$ issues des deux points circulaires; 3° mm' points multiples d'ordre $2n''n'''$ sur les mm' tangentes de $U^{n'}$ en ses mm' points d'intersection avec U_m; 4° $mm'''n'$ points multiples d'ordre $2n'$ sur les mm''' tangentes de $U^{n''}$ menées des mm'' points d'intersection de U_m et $U^{n'''}$.

» XII. *De chaque point* a *d'une courbe* U_m *on mène à deux courbes* $U^{n''}$, $U^{n'''}$ *deux tangentes* $a\theta'$, $a\theta''$, *dont la première rencontre une courbe* $U^{n'}$ *en* m' *points* θ, *et l'on prend sur la tangente de chacun de ces points* θ *deux segments* θx *faisant avec la tangente* $a\theta''$ *un produit constant* $(\theta x\,.\,a\theta'' = \mu)$: *le lieu des points* x *est une courbe de l'ordre* $2mn''(m'm''' + 2m'n''' + n'n''')$.

$$\begin{array}{lll|l} x, & n'n''mn'''2 & u & \\ u, & 2mn''(m''' + 2n''')m'\ [\mathrm{XI}] & x & 2mn''(m'm''' + 2m'n''' + n'n''') . \end{array}$$

» La courbe a, à l'infini : 1° deux points d'ordre $n'n''mn'''$ aux deux points circulaires; 2° $2n'''mn''m'$ points doubles sur les tangentes des points où $U^{n'}$ est coupée par les tangentes de $U^{n''}$ menées des points de U_m situés sur les tangentes de $U^{n'''}$ issues des deux points circulaires; 3° $mm'''n''m'$ points doubles sur les tangentes de $U^{n'}$ aux points θ, où cette courbe est coupée par les tangentes menées des mm'' points d'intersection de U_m et $U^{n'''}$ à $U^{n''}$.

» Plusieurs des théorèmes précédents donnent lieu, comme conséquences, à des théorèmes concernant des courbes enveloppes : mais ceux-ci se peuvent aussi démontrer directement, et avec la même facilité.

» XIII. *Si de chaque point* a *d'une courbe* U_m *on mène les tangentes* $a\theta$ *d'une courbe* $U^{n'}$, *et des droites* θa_1 *à des points* a_1 *d'une courbe* U_{m_1}, *telles, que l'on ait* $a\theta\,.\,aa_1 = \mu$, *ces droites* θa *enveloppent une courbe de la classe*

$$4mm_1(m' + n').\ [\mathrm{IV}]$$

$$\begin{array}{lll|l} \mathrm{IX}, & m'm_1 2m & \mathrm{IU} & \\ \mathrm{IU}, & m(2m' + 4n')\ [\mathrm{I}] & \mathrm{IX} & 4mm_1(m' + n') . \end{array}$$

» XIV. *Si de chaque point* a_1 *d'une courbe* U_{m_1} *on mène les tangentes* $a_1\theta$ *d'une courbe* $U^{n'}$, *et une droite* $a_1 a$ *à un point* a *d'une courbe* U_m, *telle que l'on ait* $a_1\theta . a_1 a = \mu$: *cette droite* $a_1 a$ *enveloppe une courbe de la classe*

$$2mm_1(m' + 3n').$$

IX,	$m_1 n' 2m$	IU	$2mm_1(m' + 3n')$. [VI]
IU	$m(2m' + 4n')$	IX	

» XV. *De chaque point* a *d'une courbe* U_m *on mène à une courbe* $U^{n'}$ *une tangente* $a\theta'$ *et du point de contact* θ' *on mène à une courbe* U_{m_1} *les droites* $\theta' a_1$ *ayant avec* $a\theta'$ *la relation* $a\theta' . \theta' a_1 = \mu$: *les droites* aa_1 *enveloppent une courbe de la classe* $2mm_1(m' + n')$.

IX,	$mn' 2m_1$	IU	$2mm_1(m' + 2n')$.
IU,.	$m_1 2(m' + n')m$	IX	

» Il y a $2mm_1 n'$ solutions étrangères dues aux droites IX qui passent par les points de U_m situés sur les tangentes de $U^{n'}$ issues des deux points circulaires. Il reste $2mm_1(m' + n')$. Donc, etc. [VII]. »

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Critique expérimentale sur la glycémie* (suite); par M. Cl. **Bernard**.

B. — Des conditions physiologiques a remplir pour constater la présence du sucre dans le sang.

« Le sucre se présente dans le sang pendant la vie comme un principe à la fois permanent et fugace ; il se détruit constamment et reste néanmoins toujours présent, grâce à sa régénération incessante dans l'organisme vivant. Après la mort, ou une fois extrait du corps, le sucre dans le sang ne se régénère plus, mais il continue à se détruire. Si l'expérimentateur ignore ces deux ordres de faits, il s'exposera aux erreurs les plus graves et fera des analyses sans valeur.

» Il importe de savoir avant tout que le liquide sanguin n'est pas un liquide fixe et toujours identique à lui-même. C'est au contraire un liquide extrêmement mobile et altérable dans sa constitution. Ces considérations pourraient d'ailleurs s'appliquer, à des degrés divers, à tous les liquides de l'organisme dont le caractère essentiel est précisément leur altérabilité ; c'est même en vertu de cette propriété qu'ils servent aux manifestations vitales qui ne sont au fond que l'expression d'un mouvement, d'une mutation perpétuels.

» Pour obtenir des résultats rigoureux et pour donner une base solide à notre critique expérimentale, il est donc nécessaire que nous connaissions toutes les circonstances qui, soit au dedans, soit au dehors de l'organisme, peuvent modifier ou faire varier la quantité du sucre contenu dans le sang.

» I. *En dehors du corps, après son extraction des vaisseaux, le sucre se détruit rapidement dans le sang.* — La première condition physiologique à remplir pour faire la recherche du sucre dans le sang est de prendre le sang tout chaud, en quelque sorte vivant, au moment où il sort des vaisseaux. Si l'on attend pour en faire l'analyse, la quantité de sucre qu'il contient ira en diminuant plus ou moins rapidement selon la température et pourra même disparaître complétement.

» Nous établirons ce premier fait à l'aide d'une expérience directe et simple dont nous avons maintes fois reproduit les résultats.

» *Expérience.* — On retira à un chien 125 grammes de sang qu'on partagea dans cinq capsules en cinq parties égales de 25 grammes pour être analysées successivement au point de vue du sucre. On abandonna le sang à la température du laboratoire pendant une journée chaude d'été. Voici les résultats fournis par les cinq analyses successives :

			Sucre. gr
1°	Analyse faite	immédiatement	1,07 p. 1000.
2°	»	après 10 minutes	1,01
3°	»	après 30 minutes	0,88
4°	»	après 5 heures	0,44
5°	»	après 24 heures	0,00

» Ainsi il suffit de quelques heures pour que, à la température ambiante, le sucre disparaisse dans un sang qui en renferme les proportions ordinaires (de 1 gramme à 1gr,50 p. 1000).

» D'où il résulte que l'expérimentateur qui aurait remis au lendemain le dosage du sucre n'en aurait pas reconnu la présence et que ceux qui auraient attendu des temps variables auraient obtenu des nombres très-différents les uns des autres.

» De ce qui précède il découle ce précepte général qu'il faut agir immédiatement sur le sang pour empêcher, pour arrêter la destruction du sucre qui s'y fait très-rapidement; autrement on trouverait des quantités de sucre qui ne représentent pas ce qui existe pendant la vie.

» Mais il y a des cas, des circonstances de lieux qui rendent cette instantanéité dans les opérations physiologiques presque impossible, surtout

quand on veut étendre ces recherches à la clinique afin de connaître la teneur du sucre du sang dans les divers états morbides. Nous avons cherché à arrêter ou à empêcher momentanément la destruction du sucre dans le sang afin de pouvoir faire son analyse à loisir. Les substances que nous avons essayées dans ce but sont nombreuses; nous citerons seulement les acides phénique, sulfurique, chlorhydrique, acétique : c'est à ce dernier que nous avons donné la préférence. Nous ajoutons immédiatement au sang, ou mieux nous versons dans le vase où il doit être recueilli une petite quantité (environ $\frac{1}{100}$) d'acide acétique cristallisable, de manière à donner au mélange une réaction très-franchement acide. Après cela, on peut attendre sans crainte le temps suffisant pour se transporter au laboratoire et faire l'analyse du sang. Voici une expérience qui fixera nos idées à cet égard.

» *Expérience.* — Sur un chien on a recueilli 200 grammes de sang dans un vase au fond duquel on avait versé environ 2 grammes d'acide acétique cristallisable. On agita bien le sang à mesure qu'il s'écoulait, afin de mélanger uniformément l'acide. On fit quatre analyses successives, qui donnèrent les résultats suivants :

			Sucre.
1°	Analyse faite	immédiatement, le 7 mai........	1,27 p. 1000.
2°	»	le lendemain, le 8 mai........	1,20
3°	»	11 jours après, 19 mai........	0,20
4°	»	13 jours après, 21 mai........	0,00

» Ainsi, dans ce cas, au lieu de se détruire en moins de vingt-quatre heures, le sucre n'a disparu qu'après treize jours; de sorte que, quelques heures après l'extraction du sang, ou même le lendemain, on aurait pu faire une analyse du sucre dans des conditions à peu près normales.

» II. *Au dedans des vaisseaux, après la mort, le sucre disparaît rapidement du sang.* — Le sucre, avons-nous dit, ne se régénère plus dans le sang après la mort, mais il continue à s'y détruire : c'est pourquoi on n'en trouve plus dans les vaisseaux ni dans le cœur au bout d'un certain temps; mais, si l'on concluait de cette expérience négative, faite après la mort, à l'absence du sucre dans le sang pendant la vie, on ferait une conclusion absolument fausse. En effet, nos expériences nous permettent d'établir cette proposition que *jamais le sucre ne fait défaut dans le sang chez l'homme ou chez un animal vivant, soit à l'état normal, soit à l'état pathologique;* seulement, après la mort, la disparition de la matière sucrée a lieu graduellement et dans un temps d'autant plus court, toutes choses égales d'ailleurs, que la quan-

tité desucre renfermée dans le sang est moins considérable. Dans les conditions ordinaires, lorsque la mort est brusque et que le sang renferme pendant la vie de 1 gramme à $1^{gr},50$ de sucre pour 1000, il faut, en général, dix à douze heures à une température ambiante moyenne pour qu'on n'en retrouve plus dans le sang (1); mais, dans le cas où la mort est survenue à la suite d'une maladie, qui a amené une extinction graduelle de la fonction glycogénique, la proportion du sucre peut descendre si bas qu'il suffit quelquefois de quinze minutes après la mort, ou même moins, pour que tout le sucre ait disparu du sang. C'est alors qu'un observateur non prévenu pourrait être trompé, comme je l'ai d'abord été moi-même, et croire que le sucre faisait réellement défaut dans le sang pendant la vie. Je me suis assuré, dans ces circonstances, que si, dans les derniers instants de l'agonie ou immédiatement après que la respiration et la circulation viennent da cesser, on prend le sang et qu'on le coagule instantanément par le sulfate de soude, on y constate toujours les caractères de la matière sucrée, qui bientôt se seraient évanouis, si l'on eût attendu. Cela nous montre en passant combien sont défectueuses et illusoires les autopsies faites vingt-quatre heures après la mort quand il s'agit de recherches de cette nature.

» Nous reviendrons plus tard sur tous ces faits, et nous verrons que ce que nous disons ici de la destruction du sucre du sang doit s'étendre à la disparition du sucre du foie. Pour le moment, nous avons voulu seulement signaler à l'attention des physiologistes l'extrême destructibilité de la matière sucrée dans le sang après la mort, afin qu'ils soient bien avertis de la grande délicatesse de toutes les conditions physiologiques dont il faut tenir compte quand on se livre à la recherche du sucre dans les liquides ou les organes des animaux morts. Ce n'est pas tout, car les conditions physiologiques deviennent encore plus fugaces et plus difficiles à saisir quand il s'agit d'opérer sur l'organisme vivant.

» III. *Chez l'animal vivant, la richesse sucrée du sang oscille constamment.* — Nous avons vu précédemment la matière sucrée du sang, tarie dans sa source après la mort, aller régulièrement en s'amoindrissant et en disparaissant (2). Il en est tout autrement pendant la vie; la fonction glycogé-

---

(1) Il est à remarquer cependant que le sucre ne disparaît pas avec la même rapidité dans toutes les veines. Dans les veines sus-hépatiques par exemple, le sucre qui est plus abondant disparaît plus tardivement et amène souvent par fermentation lactique une réaction acide, qui alors s'oppose plus ou moins à la destruction du sucre restant.

(2) Dans le sang des veines sus-hépatiques, on peut voir augmenter parfois le sucre après la mort aux dépens du glycogène qui s'y trouve.

nique du foie qui déverse le sucre dans le sang, recevant tous les contrecoups des modifications nerveuses ou circulatoires, peut amener à chaque instant, à chaque minute, une variation dans la richesse sucrée du sang. Dans l'état normal, ces variations ou oscillations sont renfermées dans les limites de 1 à 3 pour 1000 de sucre dans le sang. Au-dessous de 1 pour 1000, l'activité nutritive n'est pas dans toute sa plénitude fonctionnelle; au-dessus de 3 pour 1000, la limite de la capacité sanguine est dépassée; la matière sucrée déborde dans l'appareil rénal, et l'animal devient diabétique.

» Nous ne voulons pas examiner ici toutes les conditions physiologiques qui peuvent faire changer la teneur du sucre du sang dans les diverses parties du système circulatoire, artériel ou veineux : ce sera l'objet d'études détaillées que nous exposerons prochainement; mais nous devons dès à présent être prévenus de cette mutabilité incessante du sucre dans le sang, afin d'éviter les causes d'erreur qui en seraient la conséquence. En effet, toute soustraction d'une certaine quantité de sang, toute influence nerveuse, anesthésique ou autre deviennent une cause de perturbation instantanée, durable ou passagère dans la fonction glycogénésique. Si l'on fait par exemple deux prises de sang dans le même vaisseau, mais à quelques minutes, à quelques secondes de distance, on obtient des sangs réellement différents et non comparables pour la matière sucrée, qui peut avoir été accrue ou diminuée selon le degré de retentissement physiologique qui aura été exercé sur la fonction glycogénésique. C'est pourquoi nous donnons ce précepte expérimental rigoureux de faire l'extraction de deux sangs dont on veut comparer la richesse en sucre d'une manière absolument simultanée; autrement, s'il s'est écoulé un temps quelconque entre les deux prises de sang, les résultats se trouveront entachés d'erreur.

» Nous croyons avoir fait suffisamment comprendre, par tout ce qui précède, la part d'importance relativement très-grande qu'il faut attribuer aux conditions physiologiques d'expérimentation dans les recherches du sucre dans le sang. Ces conditions sont relatives :

» 1° A l'oscillation permanente de la fonction glycogénique pendant la vie;

» 2° A la destructibilité incessante de la matière sucrée dans le sang après la mort.

» Toute la critique expérimentale de la glycémie repose sur la connaissance de ces deux ordres d'influences qui nous rendent compte de tous les faits en apparence contradictoires qui se présentent à nos yeux.

» Nous l'avons déjà dit, il n'y a pas de faits contradictoires, pas plus dans la nature vivante que dans la nature inerte : il n'y a que des faits bruts ou indéterminés, et des faits scientifiquement interprétés, mis à leur place et déterminés dans leurs conditions d'existence.

» Les faits bruts nous montrent que le sucre, tantôt se rencontre, tantôt ne se rencontre pas dans le sang; mais le déterminisme scientifique ne nous permet pas d'admettre cette proposition contradictoire; car le sucre existe toujours dans le sang, quand les conditions physiologiques que nous avons indiquées sont observées; le sucre manque constamment quand ces mêmes conditions physiologiques expérimentales ont été négligées.

» Ainsi nous sommes conduits rigoureusement à cette conclusion que la glycémie est un phénomène constant de l'organisme vivant, et qu'elle cesse après la mort. En effet, la glycémie commence avec la vie et finit avec elle, parce qu'elle est liée aux phénomènes de la nutrition, qui ne peuvent disparaître sans que la vie disparaisse elle-même.

» D'après cela, le sucre est un élément vital constant et nécessaire du sang. Cependant, si nous ouvrons les Traités de Chimie physiologique, même les meilleurs et les plus récents, le sucre n'y est pas mentionné parmi les principes du sang, ou bien n'est indiqué que d'une manière tout à fait accidentelle. Ce qui nous prouve que la Chimie biologique ne sera fondée et n'existera que le jour où, dans l'étude des principes immédiats des êtres organisés, on tiendra compte à la fois des conditions physico-chimiques et des conditions physiologiques des phénomènes de la vie. »

PHYSIQUE. — *Sur la cause des mouvements dans le radiomètre de M. Crookes.* Note de M. G. Govi.

« Fresnel avait déjà vu, en 1825, que des corps légers librement suspendus dans le *vide ordinaire* peuvent prendre, sous l'action de la lumière ou de la chaleur, certains mouvements, qu'il rapportait surtout aux courants thermiques du gaz raréfié contenu dans le récipient. Ces mêmes mouvements, obtenus dans un vide beaucoup plus parfait, ont été attribués, dans ces derniers temps, par M. Crookes, à la force impulsive des rayons lumineux.

» Il est peu probable que les déplacements d'un gaz, dont la pression est réduite à quelques centièmes de millimètre, puissent imprimer un mouvement appréciable à des corps dont la masse est toujours relativement très-grande.

» Quant à la force impulsive de la lumière, elle doit être nulle, s'il est vrai que lumière et chaleur ne sont que des mouvements de vibration de l'éther, ou des dernières particules des corps. Il n'est pas plus possible à la lumière de pousser un corps devant elle, qu'aux sons d'un instrument de musique d'entraîner une plume ou un atome de poussière dans la direction suivant laquelle ils se propagent.

» Si la force impulsive de la lumière était prouvée, il faudrait renoncer à la théorie d'Huyghens; mais, avant d'en arriver là, il faut au moins avoir épuisé tous les autres moyens possibles d'explication des mouvements étudiés par Fresnel et par M. Crookes.

» Or, si les courants thermiques des gaz raréfiés contenus dans les récipients où les mouvements se produisent ne suffisent pas à l'explication des faits étudiés, il y a une autre cause de déplacement beaucoup plus efficace dont on ne paraît pas avoir tenu compte jusqu'ici, et qui pourrait bien donner la véritable explication des mouvements observés.

» Cette cause n'est autre que : *la dilatation par la chaleur, ou la condensation par le froid des couches gazeuses que tous les corps retiennent à leur surface, lors même qu'ils sont placés dans le vide absolu.*

» La masse de ces couches de gaz ou de vapeurs est loin d'être négligeable relativement à celle des corps qui les retiennent, surtout quand ceux-ci sont très-divisés, comme le noir de fumée, le noir de platine, etc., ou qu'ils sont doués d'affinités spéciales pour certains gaz, comme le palladium pour l'hydrogène.

» Dans les divers appareils de M. Crookes, on a des ailettes légères métalliques ou lisses d'un côté, noircies ou mates de l'autre, attachées au bout d'aiguilles horizontales très-mobiles, dans des espaces où le vide est assez parfait pour que le milieu n'y offre plus de résistance appréciable. On comprend alors sans peine ce qui doit se passer aussitôt qu'un faisceau de rayons va rencontrer la surface mate ou noircie de ces ailettes. Les oscillations lumineuses de l'éther, absorbées (comme on dit), vont s'y transformer en chaleur obscure, et la couche gazeuse qui adhérait à la surface, acquérant aussitôt une force élastique plus considérable, va s'y dilater en réagissant contre son point d'appui au moment de la détente. Il va se passer, en un mot, quelque chose de semblable à ce qui a lieu dans un pendule balistique lors de la sortie du projectile; le projectile se trouve remplacé ici par les molécules du gaz que la chaleur force à s'éloigner de la surface éclairée. Voilà comment la lumière paraît chasser devant elle les surfaces noircies ou mates qu'elle rencontre, tandis qu'en réalité elle ne fait qu'en élever la

température, et y dilater la couche gazeuse adhérente, qui devient alors la cause immédiate du recul observé.

» Cependant le gaz dilaté n'est pas tout à fait libre, tant qu'il demeure en présence du solide qu'il vient de quitter, et le refroidissement va bientôt le ramener à sa place lorsque la lumière aura cessé d'agir.

» Une expérience de MM. Tait et Dewar vient à l'appui de cette manière de voir, puisque ces messieurs obtiennent le vide le plus parfait en chauffant du charbon en poudre très-fine dans le récipient à épuiser, pendant que la pompe à mercure fonctionne pour en extraire les dernières quantités de gaz qu'elle en peut tirer. Quand la pompe n'agit plus d'une manière sensible, on laisse refroidir le charbon, qui absorbe aussitôt à peu près tout ce qui peut rester de gaz libre. Le vide ainsi obtenu ne se laisse plus traverser par l'étincelle électrique. Il est probable que, si l'on chauffait alors la poudre de charbon, l'électricité recommencerait bientôt à passer, c'est-à-dire que le vide cesserait d'être aussi parfait qu'il l'était.

» Si les surfaces échauffées se dérobent, en reculant, à l'action de la lumière, pour y revenir en tournant, comme dans ce que M. Crookes appelle son *Radiomètre*, il doit se produire dans l'appareil un mouvement continuel de rotation, qui durera tant que durera l'action efficace de la lumière sur les palettes. Le *Radiomètre* est, en un mot, un tourniquet à réaction, une sorte de soleil tournant à dilatation d'air.

» Cette action sera d'autant plus vive que les surfaces en jeu condenseront plus de gaz, que la lumière agira sur elles plus longtemps, et qu'elles auront un pouvoir absorbant plus considérable pour les radiations qui les rencontrent.

» La même explication s'applique à tous les autres mouvements étudiés par M. Crookes. Les sources de froid agissent (quoique plus faiblement) en sens contraire, parce qu'elles condensent davantage la couche gazeuse qui adhère aux surfaces refroidies, et déterminent par réaction des mouvements opposés à ceux que déterminait l'échauffement.

» Si le vide du récipient n'était pas assez parfait, la résistance et les tourbillons de l'air restant pourraient y paralyser les impulsions toujours assez faibles, dues à la réaction des gaz dilatés, et pourraient même déterminer dans certains cas des mouvements en sens contraire.

» L'éclairement du côté lisse ou métallique des ailettes, chauffant par conductibilité la face opposée plus riche en gaz, doit donner lieu aux mêmes phénomènes que si l'on avait chauffé celle-ci directement. Le côté

éclairé va donc marcher dans ce cas, quoique plus lentement, à la rencontre de la lumière.

» En supposant que les deux surfaces des ailettes fussent identiques, le mouvement pourrait encore avoir lieu, parce que la première face frappée s'échaufferait toujours et abandonnerait une partie de son gaz, avant que l'autre eût eu le temps de s'élever, par conductibilité, à la même température.

» Si l'on admet que ce soit bien là la véritable explication des faits étudiés et multipliés par M. Crookes, on doit pouvoir construire des *Radiomètres insensibles*, en chauffant les ailettes immobiles de l'appareil, pendant le fonctionnement de la pompe à mercure. Tant qu'on n'aura pas fait disparaître ainsi des appareils de M. Crookes la cause de mouvement qui vient d'être indiquée, il sera tout à fait inutile d'avoir recours, pour en expliquer les phénomènes, à une force impulsive, qui serait en désaccord avec tout ce que l'on sait le mieux touchant la nature de la lumière. »

« M. **Fizeau**, à la suite de cette Communication, cite une expérience facile à répéter, et dont le résultat ne paraît pas favorable à l'explication ingénieuse de M. Govi :

» Si l'on dispose, en effet, autour du radiomètre de M. Crookes une couronne de bougies équidistantes, formant un cercle d'environ 50 centimètres de diamètre, au centre duquel est situé l'instrument, celui-ci se trouve éclairé d'une manière égale et symétrique tout autour de son axe de rotation, en sorte que les ailettes en tournant reçoivent constamment la même quantité de lumière, aussi bien sur les faces noircies que sur les faces polies.

» Le mouvement de rotation s'étant établi, dans ces conditions, avec une vitesse d'environ dix tours en sept secondes, on a mesuré avec soin le nombre de tours de cinq minutes en cinq minutes. Or la vitesse a été trouvée bien constante et sans aucun affaiblissement pendant une heure entière.

» Dans ces conditions, la vitesse de rotation ne devrait-elle pas diminuer et s'éteindre, au bout d'un temps assez court, si elle était réellement produite par l'émission à la surface noircie de traces de gaz ou de vapeur qui s'y trouveraient condensées? On ne peut plus, en effet, par suite de l'uniformité d'éclairement, admettre les alternatives supposées de condensations et d'émissions nécessaires à l'entretien du mouvement : dès lors la

couche gazeuse de la surface noircie, n'étant plus renouvelée, ne pourrait manquer de s'épuiser en peu de temps, et la rotation des ailettes devrait bientôt se ralentir et s'éteindre. »

NAVIGATION. — *Examen des nouvelles méthodes proposées pour la recherche de la position du navire à la mer.* Note de M. A. **Ledieu**.

« Depuis quelque temps l'attention des navigateurs a été appelée sur les avantages que peuvent présenter, d'une part, l'application des méthodes de MM. Villarceau et de Magnac, pour l'usage des chronomètres, et, d'autre part, l'emploi du procédé récent de M. Marcq-Saint-Hilaire pour la détermination, soit de la droite de hauteur correspondant à une seule observation, soit du point complet déduit de deux observations ou plus.

» Les partisans exclusifs des méthodes courantes protestent énergiquement contre toute modification aux usages actuels, en même temps que les promoteurs des nouveaux procédés ne parlent de rien moins que d'une refonte radicale de la théorie et de la pratique de la Navigation. Le sujet offre en lui-même un intérêt capital pour la Marine. Appelé par mes fonctions à approfondir l'état des choses, et ayant été à même d'entendre à satiété les arguments des deux partis, je crois utile de profiter de la grande publicité des *Comptes rendus* pour rétablir, dans ses véritables termes, une discussion où les malentendus semblent avoir joué jusqu'ici le principal rôle. J'espère d'ailleurs, dans cette Communication, mettre en relief quelques points de vue nouveaux propres à élucider le problème général de la Navigation.

» Les méthodes de MM. Villarceau et de Magnac, pour l'usage rationnel des chronomètres, étant moins contestées que le procédé Marcq-Saint-Hilaire pour la détermination des droites de hauteur et du point, nous commencerons par traiter à fond cette dernière question; puis nous résumerons les motifs qui mettent aujourd'hui hors de conteste lesdites méthodes relatives aux chronomètres.

» Cet examen nous conduira à signaler, à côté des travaux que nous venons de citer, ceux d'un grand nombre d'officiers et de professeurs distingués, tels que MM. Fleuriais, Hilleret, Labrosse, Boitard, Mas-Saint-Guiral, Crévost, Fasci, etc., qui, chacun dans des voies différentes, ont apporté leur contingent aux perfectionnements des solutions rapides du problème général de la Navigation, substituées depuis une quinzaine d'années aux solutions rigoureuses, mais longues, des anciens navigateurs.

» Il ressortira de là incidemment que nos Écoles navales et d'Hydrographie ont été tenues à la hauteur des innovations utiles, au fur et à mesure qu'elles se sont produites, et que leur enseignement n'a qu'un pas à faire pour continuer à être digne des éloges que lui ont prodigués, en diverses circonstances, les journaux scientifiques étrangers.

§ I. — Cas d'une seule observation : choix du point par lequel on doit mener la droite de hauteur.

» Depuis que, grâce aux progrès de la vapeur, la rapidité et la fréquence des atterrissages ont augmenté dans d'importantes proportions, la nécessité s'est fait sentir de se procurer à un moment quelconque des données plus ou moins complètes sur la position astronomique du bâtiment. On s'est dès lors préoccupé d'approfondir tout le parti qu'on peut tirer d'une seule hauteur prise telle quelle au moment considéré, sans s'astreindre à attendre l'instant où, quelques heures plus tard, une seconde observation, méridienne ou non, permet de déterminer, par sa combinaison avec la première, les deux coordonnées géographiques du bâtiment.

» Nous sommes donc conduit à étudier, en premier lieu, les indications qu'on peut tirer d'une seule hauteur. Nous supposerons jusqu'à nouvel ordre qu'il n'y a pas d'erreur sur les observations. Nous ne nous préoccuperons pas non plus, pour le moment, de l'exactitude de l'heure de Paris fournie par les chronomètres. Cette heure est ce qu'elle est à la mer : il n'y a rien à faire à cela. Il suffira de se rappeler que toute erreur sur sa valeur ne fait que reporter en longitude, à l'est ou à l'ouest, le point considéré de la surface de la Terre. Ce report est égal à l'erreur elle-même. Il se transmet d'ailleurs à toute ligne, cercle ou droite, invariablement reliée au point. Enfin, sur une carte de Mercator, il correspond à une translation perpendiculaire aux méridiens.

» Quand on a pris la hauteur d'un astre, il existe évidemment sur la sphère céleste un petit cercle ayant pour centre la projection du centre de l'astre sur cette sphère, et pour rayon la distance zénithale de cette projection. Ce petit cercle forme un lieu géométrique, sur lequel se trouve rigoureusement le zénith du navire, et il s'appelle *cercle de hauteur*. Le centre en est parfaitement déterminé; car : 1° sa distance au pôle est égale à la distance polaire de l'astre, laquelle prend, dans les idées du jour, le nom de *colatitude géographique* ou *terrestre* de l'astre; 2° son écart en longitude par rapport au premier méridien, ou ce qu'on est convenu d'appeler la *lon-*

gitude géographique de l'astre, vaut la somme de l'heure moyenne de ce méridien d'après le chronomètre au moment de l'observation, et de l'avance en ascension droite du Soleil moyen par rapport à l'astre.

» Sur les cartes marines, le cercle de hauteur se transforme en une courbe transcendante, qui prend le nom de *courbe de hauteur*.

» Toute tangente, ou toute corde sensiblement tangente, menée au cercle de hauteur, sinon par la position même du bâtiment, du moins par un point qui s'en écarte peu, s'appelle *droite de hauteur*. Cette droite est une sorte de relèvement, qui contient plus ou moins exactement ladite position.

» Cela compris, tout le parti qu'on peut tirer d'une seule observation consiste à en déduire une droite de hauteur, ce qui conduit d'abord à déterminer sur le cercle de hauteur le point par lequel il convient de mener cette droite. Pour ce qui va suivre, le lecteur se reportera indifféremment

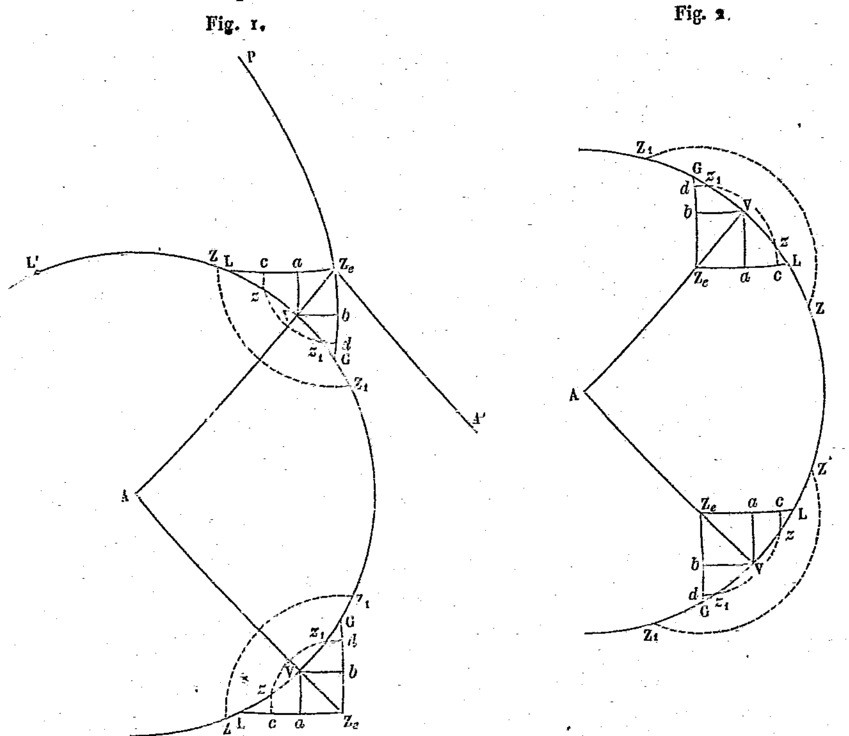


Fig. 1. Fig. 2.

à l'un ou l'autre des quatre groupes de points représentés sur les parties supérieures et inférieures des *fig.* 1 et 2, et qui correspondent aux quatre combinaisons principales susceptibles de se présenter en pratique.

» Dans l'usage courant actuel, on obtient le point déterminatif de la droite de hauteur à l'aide de la latitude estimée. A cet effet, on cherche l'intersection du parallèle Z_eL correspondant à cette latitude avec le cercle de hauteur décrit, sur la sphère céleste, du centre projeté A de l'astre considéré. Cette opération, traduite analytiquement, consiste à faire le calcul bien connu d'angle horaire avec la latitude estimée, et à en déduire la longitude du navire. On obtient ainsi un point L servant à mener la *droite de hauteur* de la manière qu'il est expliqué au § 2 ci-après. Nous remarquerons, en passant, que la présente recherche conduit à deux solutions L et L'; mais le doute est toujours levé, puisqu'on sait si l'on a observé dans l'est ou dans l'ouest, et que d'ailleurs l'estime fournit une valeur approchée de l'élément calculé.

» Au lieu d'avoir recours à la latitude estimée, rien n'empêche d'employer la longitude estimée, et de chercher l'intersection G du cercle de hauteur par le méridien Z_eG correspondant. Cette opération, traduite analytiquement, consiste à calculer, au moyen de la longitude estimée, la latitude du navire, connaissant la distance zénithale de l'astre, sa distance polaire, l'angle au pôle, ce dernier angle se déduisant du reste de la combinaison de la longitude estimée du lieu et de la longitude géographique de l'astre. En un mot, le problème revient au calcul de la latitude, connaissant l'heure du bord. En tout état de cause, on obtient ainsi un nouveau point G, qu'on pourra prendre pour mener la *droite de hauteur*. Ce procédé, déjà proposé par divers auteurs, n'a pas été employé jusqu'ici; mais nous verrons dans la suite de la discussion qu'il peut avoir son utilité spéciale. Nous remarquerons au surplus que la recherche du point G donne lieu, comme celle du point L, à deux solutions qui correspondent aux deux intersections du cercle de hauteur par le méridien estimé Z_eG. Mais d'ordinaire le doute est levé, puisqu'on est en général à même de savoir si l'on a observé l'astre du côté du pôle élevé ou du côté du pôle abaissé, et que, en outre, l'estime fournit une valeur approchée de l'élément calculé.

» A côté des deux combinaisons précédentes, il s'en offre tout naturellement une troisième, qui consiste à obtenir le point déterminatif de la droite de hauteur, en se servant simultanément de la latitude et de la longitude estimées. C'est ce procédé qui a été proposé par M. Marcq-Saint-Hilaire. La question se réduit alors à trouver l'intersection V du cercle de hauteur avec le *vertical* Z_eA mené par le point estimé Z_e du navire. »

MINÉRALOGIE. — *Sur l'existence du mercure dans les Cévennes.* Note de M. LEYMERIE.

« Je viens de lire, dans le *Compte rendu* de la séance du 8 mai dernier, une Note de M. N. Thomas sur l'existence du mercure coulant dans les cantons de Ganges et de Saint-Martin-de-Londres (Hérault). Le fait assez extraordinaire signalé par M. Thomas a pu trouver quelques incrédules. Permettez-moi de l'appuyer ici de mon témoignage et de rappeler à l'Académie que, à une époque déjà ancienne (1843), j'ai eu l'occasion de m'occuper du même sujet et d'explorer à ce point de vue un pays, dépendant aussi des Cévennes, qui, bien qu'assez éloigné, à l'ouest, de celui qu'a cité M. Thomas, se trouve géologiquement dans des conditions analogues. Cette exploration a été relatée dans une Lettre adressée à notre illustre et regretté maître Élie de Beaumont, et insérée au *Compte rendu* de la séance du 12 juin 1843, (*Comptes rendus*, t. XVI, p. 1313); j'y exprime la conviction que j'avais acquise, non par mes yeux, il est vrai, mais par une enquête minutieuse faite sur les lieux en compagnie d'un avocat de Toulouse, M. Bouloumié, que du mercure coulant avait été observé à diverses époques et même récemment par les habitants de Saint-Paul-des-Fonts (Aveyron), village situé au pied du plateau jurassique du Larzac, qu'ils en avaient plusieurs fois recueilli, qu'ils avaient constaté sa fâcheuse influence sur la végétation et qu'ils en avaient fait usage pour guérir certaines maladies de leurs moutons (1). Je ne reproduirai pas ici les dépositions frappantes de vérité et de sincérité faites par les paysans que nous avons interrogés et qui se trouvent consignées dans la Lettre que je viens de citer. Je me contenterai de rappeler que j'avais cru trouver la cause de ce fait, que sa généralité dans les dépendances des Cévennes rend beaucoup plus remarquable, dans la sublimation de gîtes mercuriels situés au sein de terrains plus anciens à une profondeur plus ou moins considérable. »

(1) Le point de départ de ces recherches consiste dans une observation antérieurement faite dans la commune de Mont-Laur, canton de Belmont (Aveyron) par M. Bouloumié, alors en tournée comme substitut du procureur du roi à Rodez. Ce magistrat remarqua sur la cheminée d'un paysan une assez grande quantité de mercure contenu dans une fiole. Étonné de trouver dans une pauvre chaumière, et en aussi grande abondance, une substance si précieuse et dont le principal usage paraissait être d'amuser les enfants de la maison, il adressa quelques questions au paysan, qui lui apprit que l'on n'achetait pas cette matière à Mont-Laur, qu'elle n'était pas rare du côté de Larzac, et que, à Saint-Paul, par exemple, plusieurs habitants, en faisant des rigoles dans la terre, s'en étaient procuré en quantité notable.

MÉDECINE. — *La peste en* 1876; *mesures prophylactiques.* Note de M. J.-D. THOLOZAN.

« Téhéran, 24 mai 1876.

» J'ai eu l'honneur, en 1874, de mettre sous les yeux de l'Académie le tableau des différentes épidémies de peste qui se sont montrées en Asie et en Afrique depuis dix ans. Ces faits peuvent se résumer ainsi : en 1867, petite épidémie sur des Arabes nomades habitant les bords de l'Euphrate, un peu au nord de Hillé; en 1871, petite épidémie dans le Kurdistan persan, au sud du lac d'Ourmiah; en 1874, épidémie plus étendue que les précédentes, dans le territoire compris entre le Tigre et l'Euphrate, et sur les bords de ce dernier fleuve, depuis Divanieh, au sud, jusqu'à Hillé, au nord. Cette année, la peste reparaît au nord de l'Afrique, dans le dictrict de Benghazi. Des informations certaines établissent, en outre, qu'en 1874 la peste se montra aussi en Arabie, au sud de la Mecque, dans la région montagneuse occupée par la tribu wahabite des Assyrs.

» En 1875, on n'observa plus la peste nulle part, si ce n'est encore sur l'Euphrate, dans les districts de Divianieh et de Samavat. Cette maladie causa, comme l'année précédente, dans ces localités et aux environs, plus de 4000 décès; puis elle s'éteignit, comme de coutume, pendant les fortes chaleurs de l'été.

» Vers le 1er janvier 1876, la peste reparut dans la Mésopotamie, d'abord près du Tigre, dans un campement d'Arabes, à deux journées au-dessous de Bagdad. Peu de temps après, elle se montra à Hillé. A la fin de février, l'épidémie atteignit Kiffil et, remontant toujours vers le nord, le 15 mars, elle était à Bagdad. Du 11 au 14 avril, on constata à Bagdad 255 cas de peste. Le 15 avril, l'épidémie s'étendait sur le Tigre, de Bagdad à Kut-el-Amara, et sur l'Euphrate, depuis Nedjef jusqu'à la partie méridionale du pays des Montefidj. Du 11 au 18 avril, il y eut à Bagdad 516 cas de peste et 313 décès de la même maladie. A Hillé, du 17 au 28 avril, il y eut 363 cas de peste et 169 décès. A Bagdad, du 18 au 25 avril, il y eut, en moyenne, 90 cas par jour et 60 décès. Dans la première semaine de mai, l'épidémie augmenta, et il y eut, par jour, 160 cas et 120 décès. La plus grande partie de la population avait émigré. Sur l'Euphrate, le fléau avait atteint de nouvelles localités. Les dernières nouvelles portent que, du 10 au 20 mai, la peste avait diminué dans toute la Mésopotamie; à Bagdad, il n'y avait plus que 80 cas par jour et 45 décès. A Kut-el-Amara, la peste avait disparu.

» D'après les dernières informations, on craignait l'apparition de la peste à Mascate et l'on soupçonnait son invasion à Schuster dans l'Arabistan.

» On a remarqué en Mésopotamie que la maladie avait une tendance prononcée à la production des foyers, un premier cas étant toujours suivi de plusieurs autres dans la même maison.

» L'administration sanitaire de la Turquie n'est pas restée inactive en face de ces événements. Dans les années 1867, 1874, 1875 et au commencement de 1876, différentes tentatives d'isolement des points infectés ont été faites au début de l'épidémie. Elles ont échoué comme la plupart des mesures de ce genre, soit par suite de la rapide extension de l'épidémie, soit par suite de la multiplicité de ses foyers d'émergence. Ces mesures ont toujours été, du reste, d'une exécution difficile et même souvent impossible. Les moyens suivants, adoptés par la Turquie et par la Perse, seront, il faut l'espérer, suivis de résultats plus efficaces : depuis le commencement de mars, un cordon sanitaire a été établi au nord du territoire envahi, sur la route la plus fréquentée du Kurdistan et de la Syrie, entre Técrit et Kifri. Au sud, une quarantaine de quinze jours est obligatoire, depuis le 1^er avril, pour toutes les provenances par eau du Tigre et de l'Euphrate. Cette quarantaine est établie à Kourna, au confluent de ces deux fleuves.

» Depuis le 15 avril, les ports persans du golfe Persique sont protégés par une quarantaine, que les provenances des lieux infectés doivent faire dans l'île de Kezzer, formée par la jonction du Chot-el-Arab et du Karoun. Si la peste se déclarait à Bassora, cette quarantaine serait établie dans l'île de Karak, un peu au nord de Bouchire. Depuis le 10 avril, toutes les communications par voie de terre entre la Perse et la Mésopotamie sont soumises à une quarantaine de quinze jours. Je dois ajouter que, depuis trois ans, tous les pèlerinages dans le pays infecté sont formellement interdits aux sujets persans.

» Pour avoir une juste idée de ce système de protection, il faut savoir qu'à l'ouest et au nord-ouest, sur une étendue de 3 degrés de latitude environ, aucune barrière artificielle n'a été et ne peut être élevée contre la peste. Mais là se trouvent heureusement des obstacles naturels à sa propagation, bien plus efficaces sans doute que ceux que l'administration la mieux intentionnée peut élever en Orient. La région infectée est limitée en effet vers l'occident et le septentrion par les déserts de la Syrie et de la Mésopotamie qui restreignent forcément les communications. Étant moins rapides et moins fréquentes, celles-ci doivent moins facilement fournir au mal des moyens de propagation et rendre plus faciles les mesures restrictives pres-

crites aux caravanes à leur arrivée à Diarbékir, à Ourfa, à Alep, à Damas. Aucun fait de communication du fléau à de grandes distances par des caravanes ou des pèlerins n'a été constaté jusqu'à présent; mais cela peut avoir lieu d'un moment à l'autre. Toute la colonie européenne de Bagdad et beaucoup d'habitants du pays se sont enfuis à Bassora au commencement d'avril sans y apporter la maladie. L'émigration de la population juive de Hillé et de Kiffil paraît, au contraire, avoir favorisé le développement de la peste à Bagdad.

» Du moment qu'il est établi d'une manière indubitable que les épidémies de peste de la Mésopotamie, en 1867, 1874, 1875, sont nées sur place pour s'étendre ensuite de proche en proche aux localités voisines et s'éteindre toutes pendant les chaleurs de l'été, il est à peu près certain que l'épidémie de 1876, qui a eu la même origine, suivra la même marche. Après avoir atteint son acmé à la fin de mai, elle déclinera en juin et disparaîtra de la Mésopotamie en juillet. C'est là une donnée bien importante que l'Épidémiologie fournit à la Science sanitaire, et que celle-ci doit toujours avoir sous les yeux. Mais la peste peut, d'ici à l'époque des grandes chaleurs de la Mésopotamie, jeter des poussées à Bassora, à Bouchire et dans l'Arabistan. De plus il est à craindre que les germes, assoupis pendant l'été, ne se réveillent l'automne prochain et que l'épidémie ne recommence ses ravages en hiver. Un danger plus grand encore peut venir de la possibilité de l'introduction et de l'éclosion des germes de la peste sur les plateaux élevés de l'Anatolie, du Kurdistan et de la Perse.

J'ai démontré, en 1873, que la peste ne respecte aucune altitude, et qu'elle est susceptible de naître et de sévir aussi bien dans des localités sèches, élevées et froides que dans les pays bas, humides et marécageux. Les recherches que j'ai publiées, en 1875, sur la géographie et la chronologie de la peste dans l'Anatolie, l'Arménie et le Caucase confirment ce fait. Elles mettent hors de doute que les localités montagneuses ne sont pas une protection contre la peste, et que ce fléau y a sévi presque aussi souvent que dans le delta du Nil, sur les bords de la Méditerranée et sur les rives du Bosphore. »

M. L. Pasteur fait hommage à l'Académie d'un ouvrage intitulé : « Études sur la bière; ses maladies; causes qui les provoquent; procédé pour la rendre inaltérable, avec une théorie nouvelle de la fermentation », et s'exprime comme il suit :

« Cet ouvrage est divisé en sept Chapitres, dont voici les titres :

CHAPITRE Ier : De l'étroite dépendance qui existe entre la facilité d'altération de la bière ou du moût qui sert à la produire et les procédés de sa fabrication.

CHAPITRE II : Recherches des causes des maladies de la bière et du moût qui sert à la produire.

CHAPITRE III : De l'origine des ferments proprement dits.

CHAPITRE IV : Culture de divers organismes à l'état de pureté. — Leur autonomie.

CHAPITRE V : Les levûres alcooliques.

CHAPITRE VI : Théorie physiologique de la fermentation.

CHAPITRE VII : Nouveau procédé de fabrication de la bière.

APPENDICE.

» Douze planches gravées et 85 figures dans le texte servent à l'intelligence de l'exposition.

» L'idée de ces recherches m'a été inspirée par nos malheurs. Je les ai entreprises aussitôt après la guerre de 1870 et poursuivies sans relâche depuis cette époque, avec la résolution de les mener assez loin pour marquer d'un progrès durable une industrie dans laquelle l'Allemagne nous est supérieure.

» Ces nouvelles études reposent sur les mêmes principes qui ont servi de guide à mes recherches sur le vin, le vinaigre, et la maladie des vers à soie, principes dont la fécondité et les applications sont, à mon avis, sans limites. »

M. DUCHARTRE fait hommage à l'Académie de la seconde édition de ses « Éléments de Botanique (1re partie) » et d'une brochure intitulée : « Observations sur les bulbes des Lis (2e Mémoire). »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Influence de la température sur l'aimantation.* Note de M. J.-M. GAUGAIN.

(Commissaires : MM. Edm. Becquerel, du Moncel.)

« 8. Les expériences que j'ai mentionnées dans ma précédente Note (*Comptes rendus*, 20 mars 1876) ont été exécutées sur des barreaux de formes et de dimensions différentes, mais de même provenance; ils étaient tous en acier fondu de Sheffield. Depuis lors, j'ai répété les mêmes expé-

riences sur des barreaux d'Allevard et les résultats obtenus n'ont pas été tout à fait les mêmes qu'avec l'acier de Sheffield.

» Lorsqu'on échauffe graduellement un barreau de Sheffield mis en contact avec le pôle d'un aimant, son aimantation totale croît avec la température jusqu'à une certaine limite, puis elle diminue quand cette limite est franchie (c'est le résultat que j'ai mentionné dans ma précédente Note sous le n° 4); je n'ai pas pu déterminer exactement la température qui correspond à l'aimantation maxima; mais, d'après quelques déterminations thermo-électriques, je ne crois pas qu'elle soit supérieure à 130 degrés; lorsque l'acier de Sheffield est remplacé par de l'acier d'Allevard, l'aimantation totale ne subit pas de rétrogradation bien accusée, même à la température où l'acier prend la teinte bleue, température qui peut être évaluée à 300 degrés. J'essayerai tout à l'heure de rendre compte de cette différence de résultats.

» 9. Les observations que j'ai mentionnées jusqu'ici se rapportent toutes à des barreaux que l'on chauffe et que l'on refroidit une fois seulement; mais on sait depuis longtemps déjà que les résultats se modifient quand on multiplie les chauffages et les refroidissements. Lorsqu'un barreau soumis à l'action d'une force aimantante déterminée est porté successivement de la température t à une température plus élevée T, puis ramené à la température t, chauffé de nouveau à la température T, et ainsi de suite, les deux valeurs de l'aimantation qui correspondent respectivement à chacune des deux températures t et T vont d'abord en augmentant graduellement, mais elles finissent par devenir sensiblement invariables quand les chauffages et les refroidissements ont été suffisamment répétés. Le barreau subit donc deux sortes de modifications : l'une permanente, qui a pour résultat d'augmenter l'aimantation correspondant à une température donnée quelconque; l'autre passagère, qui a pour effet de diminuer ou d'augmenter l'aimantation, suivant que la température s'élève ou s'abaisse.

» J'ai essayé de déterminer comparativement l'étendue de ces modifications dans les aciers de Sheffield et d'Allevard. J'ai exécuté une série d'expériences sur un barreau de Sheffield de 9 millimètres d'épaisseur, de 25 millimètres de largeur et de 300 millimètres de longueur : ce barreau avait été un grand nombre de fois chauffé au rouge et refroidi lentement. L'une de ses extrémités ayant été mise en contact avec l'un des pôles d'un aimant, j'ai déterminé la valeur du courant de désaimantation correspondant au point milieu du barreau, d'abord à la température ambiante (en-

viron 20 degrés), puis à la température qui fait prendre à l'acier la teinte bleue (environ 300 degrés); j'ai trouvé successivement :

	A 20 degrés.	A 300 degrés.
Avant tout chauffage..................	24,1	»
Après un premier chauffage.............	42,0	30
Après un deuxième chauffage............	43,0	31
Après un troisième chauffage...........	42,9	31,1
Après un quatrième chauffage...........	42,5	30,9

» On voit d'une part que la différence entre les deux aimantations obtenues à la suite des quatre chauffages est de 11,6, ce qui représente environ 27 pour 100 de l'aimantation correspondant à la température de 20 degrés.

» Si, d'autre part, on compare l'aimantation initiale (24,1) obtenue à la température ordinaire à l'aimantation (42,5) qui a été trouvée à la suite des quatre chauffages, on trouve que l'accroissement permanent de l'aimantation est de 18,4, ce qui représente 76 pour 100 de l'aimantation initiale.

» Maintenant voici les résultats que j'ai obtenus dans une autre série exécutée sur un barreau d'Allevard ; comme celui de la série précédente, il avait été chauffé au rouge un grand nombre de fois et refroidi lentement. Ce barreau ayant été mis en expérience exactement de la même manière que celui de Sheffield, j'ai trouvé pour les valeurs successives de l'aimantation :

	A 20 degrés.	A 300 degrés.
Avant tout chauffage.............	22,0	»
Après un premier chauffage........	36,1	32,1
Après un deuxième chauffage.......	37,0	32,8
Après un troisième chauffage.......	37,0	32,6

» La différence entre les deux aimantations invariables qui correspondent aux températures 20 et 300 degrés est de 4,4, soit 11,8 pour 100 de l'aimantation obtenue à la température de 20 degrés.

» La différence entre l'aimantation initiale correspondant à la température de 20 degrés et l'aimantation obtenue à la même température à la suite de trois chauffages est de 15, soit 68 pour 100 de l'aimantation initiale.

» Il ressort des résultats qui précèdent que l'acier d'Allevard et l'acier de Sheffield subissent à peu près la même modification *permanente* lorsqu'ils éprouvent les mêmes alternatives de température, mais que la modi-

fication *passagère* est beaucoup plus grande pour l'acier de Sheffield que pour l'acier d'Allevard.

» D'après les vues théoriques que je me suis hasardé à formuler dans ma précédente Note, la modification *permanente* représenterait un véritable accroissement d'aimantation; je suppose que la force coercitive se trouve diminuée par suite des variations de la température, et qu'en conséquence les molécules se rapprochent de plus en plus de l'orientation magnétique; quant à la modification *passagère,* elle tiendrait à ce que l'action inductrice exercée sur une bobine diminue quand la température augmente, même quand on suppose que l'aimantation, c'est-à-dire l'orientation des molécules, ne varie pas.

» Lorsqu'on admet ces interprétations, il devient facile de rendre compte des faits n^{os} 4, 5, 6 et 8. Quand on élève au-dessus de 120 degrés la température du barreau de Sheffield, son aimantation augmente aussi bien que celle du barreau d'Allevard; mais, dans le cas du premier barreau, l'accroissement de l'aimantation se trouve masqué par la diminution considérable de l'action inductrice, tandis que, dans le cas du second barreau, la diminution beaucoup plus faible de l'action inductrice laisse apparaître, en l'atténuant seulement, l'accroissement de l'aimantation.

» Il est possible que les modifications que j'ai appelées *permanente* et *passagère* n'aient pas du tout la siguification que je leur attribue; mais, pour rendre compte des faits observés, il suffit que ces deux modifications soient de signes contraires, et ce point ne me paraît pas douteux. »

THERMODYNAMIQUE. — *Extension du principe de Carnot à la théorie des phénomènes électriques. Équations différentielles générales de l'équilibre et du mouvement d'un système électrique réversible quelconque.* Mémoire de M. G. Lippmann, présenté par M. Jamin. (Extrait).

(Commissaires : MM. Philipps, Jamin, Resal.)

« Le premier principe de la Théorie mécanique de la chaleur a été étendu, comme on le sait, aux phénomènes électriques; mais il n'en a pas été de même du second principe de cette théorie. On se rappelle que ce second principe, découvert par Carnot, est la solution du problème suivant, que Carnot s'était posé : *Trouver les conditions qui doivent être remplies pour que le rendement en travail mécanique d'une machine à feu soit maximum.* Dans le présent travail, je me propose de résoudre le même problème pour les moteurs électriques, c'est-à-dire de trouver les conditions du rende-

ment *maximum* de ces moteurs. On verra que la solution de ce problème se trouve être entièrement analogue au principe de Carnot; elle s'exprime analytiquement par une équation dont l'interprétation physique est très-simple et vérifiable par l'expérience; cette équation se trouve avoir la même forme que l'équation de Clausius. Le même problème a ainsi pour la chaleur et l'électricité des solutions entièrement analogues; mais cette analogie n'entre pour rien dans les démonstrations que je vais indiquer.

» On peut utiliser, pour la production d'un travail mécanique, le rétablissement de l'équilibre électrique, c'est-à-dire le passage d'une certaine quantité d'électricité d'un point où le potentiel est plus élevé à un point où le potentiel est moins élevé, ou ce que j'appellerai *une chute d'électricité*.

» Citons la disposition suivante, comme la plus simple à considérer. Soit deux réservoirs A et B, c'est-à-dire deux conducteurs chargés à des potentiels constants V_1 et V_2, $V_1 > V_2$; soit une sphère conductrice S de rayon variable R, telle qu'une bulle de savon. Faisons d'abord croître R à potentiel constant, c'est-à-dire la sphère S communiquant avec A; puis faisons encore croître R à charge constante, c'est-à-dire la sphère S étant isolée, et cela jusqu'à ce que le potentiel y soit réduit à V_2; puis, mettant S en communication avec B, faisons décroître R; enfin faisons décroître R à charge constante, jusqu'à ce que le rayon et le potentiel de la sphère aient repris leurs valeurs initiales.

» Un pareil cycle fermé, analogue au cycle de Carnot, et composé de quatre mouvements, dont deux à potentiel constant et deux à charge constante, est toujours possible, et cela d'une infinité de manières; en effet, sur deux axes rectangulaires, portons les valeurs de R en abscisses, les valeurs du potentiel en ordonnées; les courbes du mouvement à potentiel constant sont des droites parallèles à l'axe des X; les courbes du mouvement à charge constante sont des hyperboles équilatères asymptotes aux axes et ayant un demi-axe réel égal au double de la racine carrée de la charge. Les courbes des deux systèmes partagent le plan en une infinité de rectangles curvilignes, dont chacun représente un cycle fermé pareil à celui décrit plus haut. Après que ce cycle a été parcouru, les répulsions électriques ont fourni un travail extérieur, il y a eu chute d'électricité; le système est d'ailleurs revenu à son état initial. Remarquons que ce cycle est réversible.

» Quels que soient la forme et le principe du moteur électrique, je dis que son rendement en travail n'est *maximum* que si la condition suivante est

remplie. Il faut qu'en chaque point et à chaque instant du fonctionnement les conditions de l'équilibre électrique soient satisfaites. En effet, si à un certain moment un mouvement infiniment petit de l'appareil pouvait avoir pour conséquence une chute finie d'électricité, cette chute pourrait être employée à fournir un supplément de travail, qui augmenterait d'autant le travail que la machine fournissait; ce dernier ne serait donc pas le plus grand possible. Cette condition nécessaire du maximum, l'existence de l'équilibre à chaque instant de la marche, peut encore s'exprimer autrement : c'est la condition pour que l'appareil soit exactement *réversible*. Donc, *pour que le rendement en travail soit maximum, il est nécessaire que le moteur soit réversible.*

» Soit $\int dm$ la somme algébrique des quantités d'électricité cédées par les différents réservoirs entre lesquels fonctionne le moteur au corps qui sert à la production du travail. Je dis que, réciproquement, tous les moteurs réversibles pour lesquels $\int dm = 0$ fournissent un travail *maximum*.

» En effet, on voit qu'en accouplant deux moteurs réversibles fonctionnant en sens inverse et pour lesquels $\int dm = 0$, on obtient un appareil double qui parcourt un cycle fermé sans rien changer à la distribution de l'électricité, sans qu'il y ait eu chute d'électricité; le travail qu'il fournit est donc nul, sans quoi l'appareil réaliserait le moteur perpétuel. La valeur du travail fourni par l'appareil simple est donc unique, et par suite *maximum*. On peut montrer également que la condition $\int dm = 0$ signifie qu'un système électrique ne peut fournir un travail que s'il s'y produit une chute d'électricité.

» L'équation $\int dm = 0$ a une autre interprétation plus simple; elle signifie que de l'électricité peut se déplacer, mais ne peut jamais varier en quantité. Ce principe de la conservation de la quantité d'électricité a été admis par les physiciens dans tous les cas connus jusqu'ici, influence, frottement, etc. L'équation $\frac{d^2V}{dx^2} + \frac{d^2V}{dy^2} + \frac{d^2V}{dz^2} = 0$ a précisément la même signification dans le cas d'un courant constant.

» On peut en outre démontrer que cette équation $\int dm = 0$ a la même forme que l'équation de Clausius $\int \frac{dQ}{T} = 0$. Il est clair que, si l'on appelle V le potentiel de l'un des réservoirs électriques et E son énergie électrique $\left(E = \sum \frac{mm'}{r}\right)$, l'équation $\int \frac{dQ}{T} = 0$ a pour analogue $\int \frac{dE}{V} = 0$. Or on sait que l'on a $V = Am$ et $E = \frac{1}{2}Am^2$, A étant une constante particulière à

chaque réservoir et m étant sa charge; d'où il suit que

$$\int \frac{dE}{V} = \int \frac{Am.dm}{Am} = \int dm \text{ identiquement.}$$

» Pour que $\int dm = 0$ pour tout cycle fermé, il faut que dm soit une différentielle parfaite. Les équations qui expriment cette condition, jointes aux équations analogues que donne le principe de l'équivalence, constituent les équations différentielles les plus générales relatives à un système électrique réversible. Elles sont satisfaites également dans le cas de l'équilibre et du mouvement, puisque, pour un système exactement réversible, les conditions de l'équilibre sont satisfaites à chaque instant du mouvement. »

VITICULTURE. — *Lettre à M. Dumas relative aux expériences sur l'emploi du sulfure de carbone et des sulfocarbonates;* par M. **Delachanal.**

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Parmi les insecticides dont on a étudié l'action sur le Phylloxera, le sulfure de carbone et les sulfocarbonates seuls ont donné des résultats en grande culture; je viens vous rendre compte des expériences dont vous m'avez chargé à leur sujet.

» Le sulfure de carbone introduit en quantité déterminée au fond d'un trou creux, au moyen d'un pal, a souvent entraîné, comme on sait, la mort de la plante en même temps que celle de l'insecte, soit par son excès, soit à cause de l'époque choisie pour son emploi.

» Pendant les grandes chaleurs, il faut éviter tout traitement. Vous avez prouvé d'ailleurs que la quantité de sulfure de carbone nécessaire et suffisante pour amener la mort des insectes est infiniment faible. En effet, 1 goutte de ce corps pesant environ $0^{gr},020$ suffit pour infecter complétement un flacon de 10 litres. Pour détruire le Phylloxera, il suffirait, en supposant l'insecte pénétrant à 1 mètre en profondeur et le volume d'air contenu dans le sol égal au tiers du volume total, d'introduire, par mètre carré, des vapeurs provenant de $0^{gr},66$ de sulfure de carbone. Il suffirait donc d'une dépense en sulfure de carbone de 6 kilogrammes par hectare, représentant 3 francs environ.

» Le pouvoir de l'insecticide étant certain, reste à chercher les causes qui entravent son action et celles qui rendent son application difficile.

» Le 27 avril, nous avons traité chez M. Courau, à Fargues, deux rangs

de ceps plantés à 2 mètres de distance et sur lesquels nous avions constaté la présence du Phylloxera. Le premier rang a reçu 42 grammes de sulfure de carbone par pied en six trous également espacés, le second la même dose répartie en trois trous seulement.

» L'opération a été commencée au moyen du pal distributeur de M. Allies, mais nous avons dû renoncer bientôt à l'emploi de cet appareil, le terrain compacte et argileux de Fargues présentant des résistances trop considérables. Malgré la lenteur avec laquelle le travail était effectué, la plus grande partie du sulfure de carbone remontait à la surface du sol au lieu de rester dans la terre.

» L'expérience fut continuée au moyen d'un simple pieu en fer. Après trois semaines nous avons examiné avec M. Courau des racines prises au hasard, puis des souches entières retirées de terre, et nous n'avons pas retrouvé d'insectes. M. Courau a traité de la même manière un certain nombre de pieds sur lesquels, après l'opération, nous n'avons pas rencontré de Phylloxeras, tandis que les ceps voisins non traités en contenaient tous.

» Dans la première semaine de mai, sur une vigne appartenant à M. de la Chassaigne, à Loupiac, au sommet d'un coteau entouré de vignes *non phylloxérées,* nous avons traité une tache occupant une superficie de 700 mètres et contenant 700 à 800 pieds plantés en quinconces.

» En raison de la dureté du sol et de la présence d'une couche de grave à 30 ou 60 centimètres au-dessous de la surface du sol, les trous ont été creusés au moyen de pieux de fer : deux trous par pied, l'un près de la souche, l'autre au centre du losange formé par quatre ceps voisins. On a versé, au moyen d'un long entonnoir en zinc, dans chaque trou, 10 centimètres cubes de sulfure de carbone pesant $12^{gr}, 7$. La quantité de sulfure de carbone employée a donc été de 25 grammes par mètre carré, soit 250 kilogrammes à l'hectare, représentant une valeur vénale de 125 francs. Les frais de main-d'œuvre peuvent être évalués à 200 francs, soit 325 à l'hectare ; après quinze jours, on a reconnu la présence de quelques insectes, surtout au centre de la tache où la couche de grave est très-voisine de la surface. Quelques pieds fortement phylloxérés, situés un peu plus loin, dans un endroit où le sol présente une plus grande profondeur, ayant été traités à raison de 30 centimètres cubes ou 38 grammes de sulfure, en un seul trou au pied de chaque cep, ne présentent plus de Phylloxeras après le même laps de temps.

» Dans une troisième expérience, exécutée le 1er mai à Saint-Émilion,

chez M. Piola, président de l'Association viticole de Libourne, nous avons utilisé l'appareil de M. Allies. Les ceps plantés en lignes rapprochées dans un terrain très-meuble sont cultivés à peu près comme dans le Médoc; leur traitement est facile, à cause de la grande homogénéité et de la grande perméabilité du terrain.

» Deux hommes ont traité en une heure quarante-deux ceps, qui ont reçu 15 grammes de sulfure en un seul trou qu'on bouchait avec le pied après l'introduction du liquide. La principale dépense a été la main-d'œuvre, que j'évalue à $1^{fr},50$, tandis que le prix de l'insecticide n'est que de $0^{fr},30$ environ. Dix jours après le traitement le succès en a été constaté.

» Comparativement au sulfure de carbone libre, nous avons essayé les sulfocarbonates mêlés aux tourteaux selon vos indications. On a opéré sur quarante ceps :

» 1° Dans 2 à 3 parties de sulfocarbonate on introduit graduellement, en agitant constamment, 1 partie de tourteau de lin. On forme ainsi une espèce de pâte qui conserve longtemps son sulfocarbonate, qui n'est pas encore complétement altéré même quinze jours après son introduction dans le sol.

» Au pied de chaque cep, dans deux trous faits au moyen d'une bêche longue, on a déposé une quantité de ces mélanges correspondant à 120 grammes de sulfocarbonate. La vigne n'a pas souffert de cette quantité considérable et quinze jours après c'est avec beaucoup de difficulté que nous avons retrouvé quelques Phylloxeras vivants.

» Les résultats obtenus, soit au moyen du sulfure de carbone employé directement, soit au moyen du sulfocarbonate de potasse, sont, comme on le sait, rarement complets. Aussi faut-il, comme vous le conseillez, multiplier les traitements, au lieu d'exagérer la dose de l'insecticide. La destruction totale de l'insecte est souvent impossible; mais, dans la pratique, il peut suffire d'en réduire le nombre dans des limites telles que le végétal puisse en supporter les effets, vivre et porter fruits. Le traitement contre le Phylloxera ressemble, sous ce rapport, au soufrage.

» L'époque à laquelle on doit effectuer les traitements est importante. Pendant les dernières semaines du mois d'avril ou les premières du mois de mai, l'insecte se trouve plus particulièrement sur la souche et en petit nombre; il n'a pas encore déposé d'œufs : aussi les chances de succès nous paraissent beaucoup plus grandes à cette époque préférée par l'Académie des Sciences que pendant la pleine végétation.

» Il est un traitement que nous croyons bon de recommander aussi, quoi-

qu'il ait été rarement effectué : c'est celui de fin septembre, commencement d'octobre.

» La Science a fourni le véritable insecticide, le sulfure de carbone libre ou combiné sous forme de sulfocarbonate; les viticulteurs et les industriels, en réunissant leurs efforts, peuvent seuls maintenant en tirer un parti utile et en faire entrer l'emploi dans la pratique. »

M. le comte DE VOGÜE, ambassadeur de France à Vienne, adresse à M. le Président de l'Académie la lettre suivante :

« Monsieur le Président et honoré Confrère,

» J'ai l'honneur de vous transmettre, de la part du lieutenant Weyprecht et du comte de Wilczek, la Lettre par laquelle ils exposent à l'Académie des Sciences le projet qu'ils ont formé pour l'exploration scientifique des régions arctiques.

» Le premier, par la manière brillante dont il a commandé la campagne polaire du « Tegetthoff » en compagnie de M. J. Payer, le second par le courage et le désintéressement avec lesquels il a mis au service de la Science sa personne et sa fortune, se sont acquis une notoriété que je n'ai pas à rappeler.

» Prêts à se dévouer l'un et l'autre à l'organisation d'une nouvelle expédition, et désirant la faire servir au progrès des sciences météorologiques, ils veulent s'entourer de toutes les lumières et s'assurer le concours des Corps savants les plus autorisés; c'est dans cette intention qu'ils s'adressent à l'Académie des Sciences et qu'ils m'ont demandé d'être auprès d'elle l'intermédiaire de leur démarche.

» C'est avec un vif empressement que je me rends à leur désir. Je n'ai pas à préjuger l'opinion que l'Académie émettra sur les théories scientifiques exposées par MM. Weyprecht et Wilczek, mais j'ai pleine confiance dans le sentiment avec lequel elle accueillera leur noble et courageuse initiative. »

» La Lettre dans laquelle MM. Weyprecht et de Wilczek exposent de la manière la plus détaillée les considérations qui les ont dirigés dans leur projet est accompagnée du Discours prononcé à Graz, par M. Weyprecht, devant la quarante-huitième Assemblée des naturalistes allemands.

» Les principes fondamentaux qu'il convient d'admettre pour ce genre d'exploration scientifique se trouvent résumés dans l'extrait suivant du discours de M. Weyprecht :

« En présence de l'intérêt de plus en plus vif qui s'attache aux explorations arctiques et eu égard à l'empressement avec lequel les États et les particuliers fournissent sans cesse les ressources nécessaires à de nouvelles expéditions, il me paraît désirable de poser les principes d'après lesquels il faudrait organiser ces expéditions, en vue de leur faire rendre des services scientifiques proportionnés aux sacrifices accomplis, et afin de leur enlever le caractère aventureux qui, s'il stimule agréablement la curiosité du public, ne peut que faire tort à la Science.

» Les conditions énumérées ci-après me paraissent répondre aux exigences de ce programme :

» 1° *L'exploration arctique est de la plus haute importance pour la connaissance des lois de la nature.*

» 2° *La découverte géographique effectuée dans ces régions n'a de valeur sérieuse qu'autant qu'elle prépare le terrain pour l'exploration scientifique proprement dite.*

» 3° *La topographie arctique détaillée est chose accessoire.*

» 4° *Le pôle géographique n'a pas, pour la Science, de valeur plus grande qu'aucun autre des points situés dans les hautes latitudes.*

» 5° *Les stations d'observation sont, sans égard aux latitudes, d'autant plus favorables que les phénomènes à étudier y apparaissent avec plus d'intensité.*

» 6° *Les séries d'observations isolées n'ont qu'une valeur relative.*

» On peut exécuter ce programme sans que sa réalisation entraîne cette immense dépense d'argent qui a jusqu'ici été indispensable à presque toutes les expéditions polaires, et qui a empêché que des pays moins riches ne prissent part à l'exploration arctique. Point n'est besoin, pour obtenir des résultats scientifiques de haute importance, d'étendre notre terrain d'observations jusqu'aux latitudes les plus avancées.

» Que si l'on occupait, par exemple, les stations de Nowaja-Zemlja (76 degrés), du Spitzberg (80 degrés), du Groënland occidental ou oriental (76-78 degrés), de l'Amérique du Nord à l'est du détroit de Behring (70 degrés), de la Sibérie à l'embouchure de la Léna (70 degrés), on établirait ainsi une ceinture d'observations autour de tout le domaine arctique. Il serait extrêmement utile d'installer des stations dans le voisinage des centres d'intensité magnétique. Par les postes déjà créés à proximité du cercle polaire, postes qui demandent simplement un renfort, la communication avec les stations de nos contrées se trouverait établie. Les fonds dépensés pour un seul des voyages de découvertes contemporains, entrepris pour atteindre la plus haute latitude, suffiraient pour défrayer pendant une année l'entretien de toutes ces stations réunies.

» La mission de ces expéditions aurait pour objet :

» De procéder, pendant une année, avec des instruments identiques et d'après des instructions uniformes, à des observations qui devront, autant que possible, être faites simultanément. On s'appliquerait, en première ligne, aux observations qui intéressent les diverses branches de la Physique et de la Météorologie; puis viendraient la Botanique, la Zoologie et la Géologie, et finalement la Géographie détaillée.

» Si l'on pouvait établir dans les régions antarctiques mêmes une ou mieux plusieurs stations qui opéreraient simultanément, les résultats à obtenir gagneraient considérablement en importance.

» Les dépenses de ces petites expéditions, dont la durée serait, comme nous l'avons dit, fixée à une année, pourraient, en raison de la facile accessibilité des stations, être si minimes que, réparties sur plusieurs États, la part de chacun serait insignifiante.

» Les résultats que pourront produire ces expéditions ainsi combinées ressortent de tout ce que nous avons dit précédemment : elles n'excluent nullement les grands voyages d'exploration basés *sur un programme réellement scientifique*. Des observations systématiques et synchroniques sont, indépendamment de tout le reste, à ce point nécessaires, d'une part, pour pénétrer plus avant dans l'intérieur des régions arctiques, et, d'autre part, pour l'étude

du magnétisme terrestre, que, tôt ou tard, on les entreprendra certainement. Elles seules nous montreront de quel côté nous devrons diriger nos efforts dans l'avenir.

» Si, à la vérité, on ne peut prétendre que les questions scientifiques dont nous avons parlé plus haut puissent être résolues d'un coup par les expéditions telles que nous les proposons, on est tout au moins en droit d'affirmer avec certitude que les matériaux que l'on recueillera serviront à éclaircir bien des problèmes restés obscurs. La solution d'une question en suscitera de nouvelles, qui, à leur tour, réclameront de nouvelles observations. Ce n'est que pas à pas, et par une constante utilisation des résultats antérieurs, que nous pouvons nous approcher de la solution des problèmes physiques que recèlent les régions arctiques.

» Mais, si l'on ne rompt point avec les principes suivis jusqu'à ce jour, si l'on persiste à entreprendre les explorations arctiques sans système et sans base vraiment scientifique, si la découverte géographique continue d'être le premier but de tous les efforts et de tout le travail, les expéditions auront beau se succéder, elles n'auront guère d'autre résultat que la découverte de quelque coin de terre perdu dans la glace, ou bien on avancera, après des efforts surhumains, de quelques lieues de plus vers le Nord, toutes choses presque indifférentes si on les compare avec les grands problèmes scientifiques dont la solution occupe sans cesse l'esprit humain.

» Les opinions que je viens d'émettre n'ont point la prétention d'être nouvelles; mais c'est la première fois, à mon avis, qu'elles sont énoncées et publiées sous une forme aussi décisive. »

Ces diverses pièces sont renvoyées à l'examen de la Section de Géographie et Navigation, à laquelle M. Ch. Sainte-Claire Deville est prié de s'adjoindre.

M. A. Gérard adresse la description et la photographie d'un pendule destiné à accuser les différences d'attraction résultant d'altitudes différentes.

Cette Communication sera soumise à l'examen de M. Yvon Villarceau.

M. L. Mathieu fait fonctionner devant l'Académie le thermo-cautère que M. Guérard lui a fait fabriquer en 1857.

Les pièces relatives à cette question de priorité seront renvoyées à la Commission précédemment nommée pour examiner le thermo-cautère de M. Paquelin.

M. J. Gayat adresse, par l'entremise de M. Larrey, pour le Concours des prix de Médecine et Chirurgie, un Mémoire manuscrit intitulé : « De la conjonctivite granuleuse étudiée principalement en Algérie ».

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et Chirurgie.)

M. **Ch. Pigeon** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire manuscrit sur la peste bovine.

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

CORRESPONDANCE.

M. **E. Maumené** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la chaire de Chimie, laissée vacante au Collége de France par le décès de M. *Balard*.

(Renvoi à la Section de Chimie.)

M. le **Ministre des Travaux publics** adresse un exemplaire de la quatrième livraison de la Carte géologique détaillée de la France.

Cette livraison comprend les feuilles de Boulogne, de Cambrai et d'Amiens, ainsi que deux planches de coupes longitudinales : n° 11, Paris; n° 7, Rouen et Évreux.

La **Ville d'Angerville** prie l'Académie de vouloir bien se faire représenter, le 2 juillet prochain, à l'inauguration du monument élevé à Angerville en l'honneur de Tessier. M. *Bouley* est délégué par l'Académie.

M. **Bertrand**, en présentant, de la part de Mme Poncelet, le second volume du « Cours de Mécanique appliquée professé à Metz par Victor Poncelet », donne lecture à l'Académie de l'Avertissement placé en tête de ce volume par le savant éminent qui a dirigé avec autant de zèle que d'habileté cette importante publication.

« Ce volume, dit M. Kretz, complète le *Cours de Mécanique appliquée*, professé par Poncelet à l'École d'Application de Metz : les deux premières Sections comprennent les *Leçons préparatoires au lever d'Usines;* la Section III renferme quelques Leçons sur les Ponts-levis, qui ont été publiées en cahiers séparés (1831 et 1835), et que l'auteur avait rattachées à l'ensemble du *Cours*, dont elles formaient la huitième et dernière Section.

» L'avertissement suivant, qui se trouve placé en tête de la première édition lithographiée des *Leçons préparatoires au lever d'Usines* (1832), fait connaître les circonstances dans lesquelles ces *Leçons* ont été rédigées:

« Le professeur a fait et rédigé en 1826 et 1828, sur le mouvement des fluides et les

divers moteurs, des Leçons qui traitaient de ces matières, avec l'étendue et les développements que réclame leur importance pratique; il se proposait de mettre la dernière main à ces rédactions et de les faire lithographier en 1829, pour l'usage de MM. les Élèves de l'École d'Application de l'Artillerie et du Génie, lorsque, par suite de la révision du programme du *Cours*, ces mêmes Leçons furent supprimées et remplacées par d'autres, ayant trait à des machines spéciales. Cependant, l'expérience ayant fait reconnaître la nécessité d'exposer aux élèves au moins un rappel sommaire des principaux résultats et données d'expérience et de calcul qui leur sont nécessaires pour procéder, avec fruit et intelligence, à leur lever d'usines et à la rédaction de leur Mémoire sur les machines de ce lever, le professeur a reçu, depuis 1829, l'ordre de faire à ce sujet, chaque année, un petit nombre de Leçons servant à les préparer au lever dont il s'agit, et dans lesquelles il leur rappelle succinctement des théories qu'ils ont déjà reçues à l'École Polytechnique, mais dénuées, sans doute, des spécialités qui en facilitent les applications à la pratique des usines.

» La rédaction suivante, entreprise par M. le capitaine d'Artillerie Morin, pour déférer au vœu du Conseil d'instruction de l'École, est un extrait du texte des Leçons que le professeur a données en 1826 et en 1828, et auxquelles il a fait, depuis 1829, quelques additions concernant : 1° l'action due à la détente des gaz qui s'écoulent d'un réservoir par les orifices ou tuyaux de conduite, et dont on n'avait pas encore tenu compte avant les belles recherches de M. Navier (*Annales de Chimie et de Physique*, 1827); 2° les pertes d'actions occasionnées par le déversement de l'eau des roues à augets à grande vitesse, et spécialement les effets de la force centrifuge. Ces dernières additions, si importantes pour le calcul des roues, des marteaux de forges, des scieries, etc., forment l'objet d'un Mémoire que le Professeur se proposait de présenter à l'Académie royale des Sciences, en 1830, sur les perfectionnements dont sont susceptibles les roues à augets à grande vitesse, et dont d'autres travaux et diverses circonstances l'ont forcé d'ajourner la rédaction définitive à une époque plus propice. »

» La première Section de la même édition (1832) se termine par la Note suivante :

« La rédaction de cette Section avait été effectivement préparée par M. le capitaine Morin, d'après les Notes de M. Poncelet, sur les Leçons succinctes des années précédentes; mais, ayant été revue par ce professeur, elle a reçu de lui des développements considérables, qui en font un travail presque entièrement neuf. » A. M.

PHYSIQUE. — *Électro-actinomètre différentiel.* Note de M. N. **Egoroff**, présentée par M. Edm. Becquerel.

« Jusqu'à présent il me semble qu'on n'a pas employé de méthode simple et sensible pour déterminer les coefficients d'absorption des rayons ultra-violets par les différents milieux.

» Les recherches qualitatives de M. Edm. Becquerel (1) et, en par-

(1) E. Becquerel, *la Lumière, ses causes et ses effets*, t. II, p. 102 et 131.

ticulier, de M. Allen Miller (1) démontrent qu'il existe une série de milieux transparents pour les rayons visibles qui absorbent les rayons ultra-violets; telles sont les lames de verre de $0^{mm},2$ d'épaisseur, l'éther, le sulfure de carbone, etc. Dans cette Note je décris l'appareil et la méthode que je me propose d'utiliser pour déterminer ces coefficients d'absorption.

» Cet appareil se compose de deux actinomètres de M. Edmond Becquerel, placés l'un au-dessus de l'autre. Les deux actinomètres sont disposés de manière que le courant de l'un soit neutralisé par le courant de l'autre. J'ai interposé dans leur circuit un galvanomètre très-sensible de 30 000 tours, dont j'observais les déviations par un miroir à réflexion.

» Chacun des actinomètres se compose d'une boîte parallélépipédique en glace, ayant deux faces opposées de plaques en caoutchouc durci et portant chacune deux fentes dans lesquelles se fixent les plaques d'argent.

» Les deux actinomètres sont placés dans une boîte commune. Les deux surfaces de cette boîte, correspondant aux plaques de quartz des actinomètres, sont mobiles dans des coulisses. L'une des plaques mobiles est munie de deux fentes superposées correspondant aux deux actinomètres; deux vis micrométriques permettent d'augmenter ou de diminuer la largeur de ces fentes. Comme la sensibilité des plaques d'argent ioduré (2) varie avec le temps d'exposition à la lumière, j'ai disposé mon appareil de manière que les fentes soient mobiles sur toute la longueur des plaques, en sorte que l'effet de la lumière pût porter alternativement sur les différentes parties de ces plaques. Je puis à volonté exposer à la lumière l'une ou l'autre de ces plaques.

» La méthode d'observation avec cet *électro-actinomètre différentiel* est très-simple : j'ai pris une ouverture pour les deux fentes en réglant quatre plaques des actinomètres à la même sensibilité.

» Je place ensuite le corps absorbant que je veux étudier entre la lumière et la fente correspondant à l'un des actinomètres (par exemple celui du bas), et je note les déviations du galvanomètre : 1° quand un seul des actinomètres est ouvert; 2° quand les deux agissent à la fois.

---

(1) ALLEN MILLER, *On the photographic Transparency of various bodies and on the photographic effects*, etc. (*Phil. Trans.*, London, t. CLII, p. 861-887.)

(2) J'ai expérimenté seulement avec les plaques d'argent ioduré.

» Avant d'appliquer cette méthode à la détermination des coefficients d'absorption, j'ai fait quelques études préliminaires pour étudier la marche du phénomène et la régularité des indications de l'appareil.

» Voici quelques résultats :

» 1° On peut préparer sans difficulté quatre plaques de la même sensibilité, de telle façon que le courant différentiel soit nul, tandis que chaque actinomètre donne un courant équivalent de 100 à 300 divisions de la règle (1).

» 2° L'intensité du courant est proportionnelle aux largeurs des fentes sous l'influence de la lumière diffuse par exemple.

Largeur des fentes.	Déviation observée.	Déviation calculée.
1 millimètre	25	25
2 »	50	50
4 »	100	100
6 »	150	150
2 »	43	43
4 »	88	86
10 »	208	215
5 »	45	45
10 »	90	90

» 3° L'intensité du courant est inversement proportionnelle au carré de la distance de la source lumineuse à l'appareil. J'ai fait les expériences avec une lampe à huile, en les répétant dix fois pendant vingt minutes. J'ai toujours obtenu les mêmes déviations.

Distance.	Déviation.
40 centimètres	15
20 »	60

» Avec des lentilles de quartz et un prisme en spath d'Islande, le spectre avait 35 millimètres de hauteur et 60 millimètres de longueur. La fente avait 2 millimètres d'ouverture.

» J'ai observé des déviations très-concordantes dans les différentes parties du spectre solaire à $4^h 25^m$ du soir le 12 juin. Par exemple, entre G

(1) Si, après avoir iodé quatre plaques d'argent à la fois, on trouve quelque différence dans la sensibilité, on peut toujours rendre cette sensibilité égale par l'action temporaire de la lumière diffuse sur l'une ou sur l'autre des plaques, jusqu'à ce que le courant différentiel soit nul.

et H, la déviation était de 270 divisions de la règle; pour la raie R, elle était de 28; et entre T et V, elle était de 4 divisions.

» Ces expériences me paraissent démontrer qu'il y a proportionnalité exacte entre l'intensité de la lumière et celle du courant. La grande sensibilité et la précision de cet appareil montrent qu'il peut être considéré comme un photomètre très-délicat. Je me réserve de l'appliquer à l'étude d'un certain nombre de questions.

» Ces premières expériences ont été faites au laboratoire de Physique du Collége de France. »

SACCHARIMÉTRIE. — *Recherches sur l'analyse commerciale des sucres bruts;* par MM. **Alf. Riche** et **Ch. Bardy.**

« Depuis quelques mois le mode de perception de l'impôt sur les sucres par l'analyse chimique est battu en brèche, et l'on appuie ces attaques sur quelques différences signalées dans les dosages des mêmes sucres par divers laboratoires et notamment par ceux de l'Etat.

» Ces différences, rares et de peu d'importance, n'ont pas la portée qu'on se plaît à leur attribuer; néanmoins les milliers d'essais que nous avons exécutés depuis un an nous ont amenés à constater quelques défectuosités dans la méthode généralement suivie, et nous pensons qu'on pourrait la modifier comme nous allons l'indiquer.

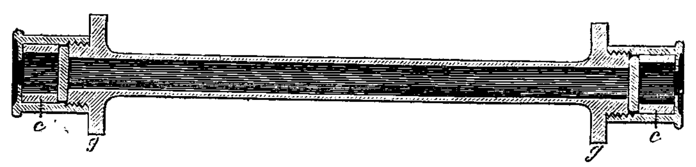
» Aujourd'hui l'on se contente de mélanger les sucres à la main, puis on en pèse 16^{gr}, 19 pour l'essai au saccharimètre et 4 grammes pour le dosage des matières minérales. Comme les sucres bruts sont en cristaux humectés de sirop, chacune de ces prises d'essai diffère des autres et de l'échantillon entier. Nous remédions à cette cause d'erreur en faisant les divers dosages sur une liqueur unique.

» On pèse 80^{gr}, 95 du sucre, quantité qui représente le quintuple de la prise d'essai nécessaire au saccharimètre, on les dissout à froid dans 160 à 180 grammes d'eau, et on laisse déposer. On décante le liquide dans un ballon jaugé de 250 centimètres cubes, on lave quatre ou cinq fois le premier vase, on complète le volume de 250 centimètres cubes avec de l'eau, et l'on agite le liquide pour le rendre homogène.

» La liqueur ayant été abandonnée au repos pendant un quart d'heure environ, on en puise 50 centimètres avec une pipette graduée, on les verse dans un ballon de 100 centimètres cubes et l'on fait l'essai saccharimétrique suivant la méthode ordinaire.

» 1° DOSAGE DU SUCRE. — Le tube polarimétrique, dont on se sert exclusivement, est terminé par deux galets en glace qui sont serrés entre la tranche du tube en laiton et une rondelle mince de cuir. Il est difficile d'éviter qu'il ne se produise sur le verre des phénomènes de trempe qui déterminent une déviation sensible du plan de polarisation, déviation qui peut devenir très-forte lorsque, par suite de l'altération des pas de vis, on est obligé de serrer très-fortement les verres, pour qu'ils pressent de toute part contre le tube, et qui est susceptible de varier d'intensité quand on fait tourner le tube sur lui-même, par suite de l'inégalité de trempe des diverses parties du verre.

» Pour remédier à cet inconvénient, nous avons imaginé un tube dans lequel les glaces ne sont jamais comprimées quelque fortement qu'on opère le serrage. Cet instrument, qui a été construit par M. Laurent, est représenté dans la figure ci-dessous :



cc, disques en caoutchouc, ou ressorts à boudin. La glace est appliquée simplement sans serrage contre la tranche rodée du tube.

gg, disques en laiton d'un diamètre rigoureusement identique et soudés au tube.

» Les tubes ainsi construits ne présentent aucun des inconvénients signalés plus haut, et donnent le même titre, soit que l'on serre avec une grande force, soit que l'on tourne le tube sur lui-même de façon à lui faire occuper diverses positions.

» 2° DOSAGE DES MATIÈRES SALINES. — On opère sur le reste de la liqueur.

» *a. Le liquide est sensiblement transparent.* — Dans ce cas, qui est le plus fréquent, on en mesure 10 centimètres cubes avec une pipette, en ayant soin que la pointe de cette pipette plonge de quelques centimètres dans le liquide que l'on aspire, et l'on fait couler ces 10 centimètres cubes dans une capsule de platine tarée où l'on ajoute aussitôt 1 centimètre cube environ d'acide sulfurique. La capsule est portée dans une étuve, puis dans le moufle, comme à l'ordinaire.

» *b. Le liquide est trouble, chargé de matières en suspension.* — On en jette 100 centimètres cubes sur un filtre de papier pur à filtration rapide, en ayant soin de recouvrir l'entonnoir d'une lame de verre pour éviter

l'évaporation et de rejeter les premières portions qui s'écoulent, et l'on opère sur le liquide filtré.

» Les pipettes dont nous nous servons sont munies d'un robinet en verre qui permet de régler l'écoulement avec la plus grande précision. Les cendres ainsi obtenues concordent l'une avec l'autre d'une façon presque absolue, tandis qu'avec l'ancienne méthode on a des écarts de 2 à 3 milligrammes, ce qui amène des différences très-sensibles dans le rendement lorsqu'on multiplie par 5 le poids des cendres donné par l'analyse. MM. Müntz et Grenet ont été frappés de leur côté par ces écarts considérables dus à la présence des matières insolubles.

» Cette manière d'opérer permet de reconnaître chaque fois et de doser au besoin les matières insolubles, sable, argile, noir animal, qu'on ne doit pas considérer comme devant retenir du sucre au raffinage.

» Nous avons observé, au mois de mars dernier, une autre cause d'erreur dans l'emploi de la méthode ordinaire : c'est la présence de la chaux. Pour la reconnaître, nous dirigeons un courant d'acide carbonique dans une portion de la liqueur. Si le sucre ne renferme que la minime proportion de chaux normale, la liqueur ne louchit pas sensiblement, tandis qu'il se forme un précipité plus ou moins abondant lorsque de la chaux s'y rencontre. Dans ce cas, on la dose au moyen de l'oxalate d'ammoniaque dont l'excès n'agit pas sur la lumière polarisée.

» Il n'y a pas lieu de tenir compte de l'influence exercée par les sels des sucres bruts sur le polarimètre; car voici le résultat d'essais comparatifs faits sur le sucre pur et sur le même sucre additionné de 5 pour 100 des sels ordinaires de la canne à sucre et de la betterave :

	Déviation au polarimètre.
Sucre pur	98°,25 - 98°,20
» avec azotate de potasse	98,10 - 98,20
» avec sulfate de potasse	98,30 - 98,20
» avec chlorure de potassium	98,00 - 98,30
» avec carbonate de potasse	98,00 - 98,20
» avec chlorure de sodium	98,20 - 98,40

» Or la différence entre la déviation observée dans ces deux séries d'essais, qui est extrêmement faible, s'atténue encore par suite de ce fait que la proportion de cendres que l'on trouve dans les sucres bruts dépasse rarement 3 pour 100, et que nous avons opéré sur 5 pour 100 de ces matières.

» Mais, si l'adjonction des sels ne modifie pas sensiblement la déviation

polarimétrique, elle exerce une influence très-forte sur le rendement, par suite du coefficient attribué aux matières salines. Nous savons heureusement, grâce aux recherches de M. Peligot, que la composition des sels de la betterave varie très-peu, même quand on ajoute, pendant la culture, des sels en forte proportion, et nous avons, d'autre part, un grand nombre d'analyses de ces sels, de telle sorte que l'attention des essayeurs de l'État est nécessairement attirée, soit par la présence anormale d'un sel, soit par l'exagération de la proportion d'un sel qui se trouve normalement dans le sucre brut. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une nouvelle classe de matières colorantes.* Note de M. **Ch. Lauth**, présentée par M. Wurtz.

« Les matières premières qui m'ont servi à obtenir ces nouveaux produits sont les diamines aromatiques qu'on obtient en réduisant le dérivé nitré provenant de la combinaison acétylique des bases organiques. Ainsi, en prenant l'aniline comme exemple, on prépare d'abord l'acétanilide, puis la nitracétanilide et la nitraniline; enfin on réduit la nitraniline, soit par le fer et l'acide acétique, soit par l'étain et l'acide chlorhydrique; dans le premier cas, il faut, la réaction terminée, ajouter un excès de chaux au mélange et distiller; on obtient ainsi la β-phénylène-diamine, qu'une seule rectification donne complétement pure; dans le second cas, on obtient une liqueur d'où l'on élimine l'étain par le zinc, et ce mélange peut directement servir à la production de la matière colorante, comme il sera expliqué tout à l'heure.

» Les diverses diamines isomériques (on sait qu'il existe notamment trois phénylènes-diamines) ont été, depuis longtemps, étudiées dans le but de les faire servir à la production de matières colorantes; le brun d'aniline obtenu par l'action de l'acide nitreux sur la α-phénylène-diamine est, à ma connaissance, la seule substance intéressante qui ait été produite jusqu'ici.

» On arrive à des résultats différents lorsqu'on commence par introduire dans la β-phénylène-diamine un nouvel élément, le soufre. La thio-β-phénylène-diamine peut être obtenue en chauffant la diamine avec son poids de soufre à 150-180 degrés; on constate un abondant dégagement d'hydrogène sulfuré; quand la réaction est terminée, on reprend par l'acide chlorhydrique étendu et chaud, et l'on filtre pour éliminer le soufre en excès; la liqueur ainsi obtenue donne, avec les agents oxydants, de magnifiques couleurs violet bleu.

» Il est peut-être plus avantageux et en tous cas beaucoup plus expéditif de produire la sulfuration et l'oxydation en une seule opération; à cet effet, on sature d'hydrogène sulfuré la dissolution chlorhydrique de la phénylène-diamine (et l'on peut, dans ce cas, utiliser directement la liqueur renfermant du zinc dont il a été parlé plus haut) et l'on y ajoute du perchlorure de fer; le soufre mis en liberté se combine à l'état naissant avec la base et, en continuant peu à peu l'addition de l'oxydant, on voit la matière colorante se développer et finalement se précipiter; on filtre, on lave à l'eau légèrement salée pour éliminer quelques impuretés, puis on reprend par l'eau bouillante et on laisse refroidir; on obtient ainsi le produit pur et magnifiquement cristallisé.

» Voici les dosages que j'ai employés :

Pour 20 grammes de chlorhydrate de phénylène-diamine :

Eau saturée d'hydrogène sulfuré	4000cc
Acide chlorhydrique	20gr
Perchlorure de fer en dissolution au $\frac{1}{10}$	500cc

» Le violet nouveau est une très-belle matière colorante donnant en teinture des nuances très-pures, beaucoup plus bleues que celles que l'on peut obtenir avec les violets de Paris, les plus bleus, et conservant à la lumière artificielle leur ton spécial.

» A l'état sec, elle est d'un vert mordoré sombre; on l'obtient aisément cristallisée en longues houppes ou en filaments soyeux qui souvent s'enroulent et s'enchevêtrent les uns dans les autres; vus au microscope dans cet état, ils présentent véritablement l'aspect d'un paquet de cheveux.

» Elle est très-soluble dans l'eau pure, mais la plus petite trace d'une matière étrangère modifie sa solubilité; la solution alcoolique est plus rouge que la solution aqueuse et dichroïque; la solution dans la soude alcoolique est d'un magnifique rouge fuchsine.

» La soude ajoutée à la dissolution du violet donne naissance à un précipité brun qui est certainement la base de la nouvelle matière colorante; l'ammoniaque la précipite en violet; les acides, l'acide acétique, l'acide chlorhydrique, etc., précipitent également la dissolution du violet, mais un excès d'acide redissout ce précipité. La dissolution acétique est violette; la dissolution dans les acides minéraux est d'un beau bleu pur; en étendant cette dissolution d'eau, on la précipite à nouveau.

» Les sels métalliques donnent naissance à des précipités violets qui se redissolvent lorsque le sel a été éliminé par lavage; le chlorure de zinc donne

naissance à un précipité amarante très-volumineux; le chlorure de sodium sépare le violet de ses dissolutions, mais il le transforme partiellement en une nouvelle substance violette, insoluble dans l'eau; lorsqu'on répète plusieurs fois cette précipitation, la transformation est complète et la matière colorante soluble disparaît intégralement; l'ébullition avec l'eau salée donne lieu à la même réaction. Le tannin forme avec le violet une combinaison insoluble dans l'eau.

» Les agents réducteurs décolorent complétement les dissolutions du nouveau corps; quelques instants d'ébullition avec la poudre de zinc amènent ce résultat, mais une simple agitation au contact de l'air ramène la couleur primitive.

» Les agents oxydants la détruisent assez rapidement.

» La nouvelle matière colorante est, comme la plupart de ses congénères, capable de donner par substitution d'autres dérivés colorés; chauffée avec de l'aniline, elle donne un bleu insoluble dans l'eau et soluble dans l'alcool; soumise à l'action de l'aldéhyde, de l'iodure de méthyle, etc., dans les conditions ordinaires, elle se transforme en bleus de plus en plus verts, d'une grande pureté et qui présentent ce caractère nouveau qu'ils sont solubles dans l'eau et se fixent en teinture par la simple immersion de la fibre dans le bain; cette propriété est intéressante, car on sait combien les procédés de teinture avec les bleus d'aniline nécessitent de précautions.

» La matière colorante que je viens de décrire a été obtenue avec la β-phénylène-diamine; en prenant pour point de départ la pseudotoluidine, on obtient un violet beaucoup plus rouge, avec la toluidine cristallisée un rouge violacé. Il est vraisemblable que, dans les mêmes conditions, d'autres bases organiques donneront également des matières colorantes et que la réaction que j'indique pourra être généralisée.

Mes occupations actuelles m'obligent à renoncer à poursuivre, en ce moment, l'étude scientifique de ces nouveaux produits ainsi que leur application industrielle; je n'ai pu qu'étudier leurs propriétés générales et constater ce fait que le soufre entre dans leur constitution. On se rappelle que j'ai, il y a quelques années, observé la présence du soufre de constitution dans le vert, dit à l'aldéhyde.

» Le soufre peut donc jouer un rôle dans la constitution des matières colorantes, et, comme il est permis de supposer que d'autres corps simples sont doués de propriétés analogues, le champ des recherches relatives à la production des matières colorantes artificielles, qui était momentanément

limité à un petit nombre de réactions, se trouve actuellement étendu.

» Quel est le rôle du soufre dans la constitution de ces nouvelles substances? Entre-t-il dans le noyau phénylique? Sert-il, au contraire, à souder un certain nombre de groupements en vertu de sa polyatomicité? Y a-t-il un rapport entre l'introduction du soufre et l'existence dans ces substances de radicaux diatomiques (éthylidène, phénylène, etc.)?

» Ce sont autant de questions réservées, mais que de nouvelles recherches ne tarderont sans doute pas à éclaircir. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés de l'isoxylène.* Note de M. **Ch. Gundelach**, présentée par M. Wurtz.

« J'ai soumis le xylène du goudron de houille à un grand nombre de distillations fractionnées, de manière à obtenir un produit bouillant de 137 à 141 degrés. L'isoxylène ainsi préparé contient toujours, comme l'a démontré M. Fittig, des quantités variables de paraxylène, dont on ne peut le débarrasser qu'en oxydant une partie du carbure.

» Comme agents oxydants, on peut employer, soit l'acide azotique étendu, soit le bichromate de potassium et l'acide sulfurique. Je me suis d'abord servi du mélange de bichromate de potassium et d'acide sulfurique; j'ai reconnu ensuite que, sous le même volume, l'acide azotique permet d'oxyder une plus grande quantité de xylène : c'est pourquoi je l'ai employé de préférence.

» Lorsqu'on a oxydé par le bichromate de potassium et l'acide sulfurique, on a pris, pour 100 parties de xylène, 275 parties de bichromate de potassium, 475 parties d'acide sulfurique et 1428 parties d'eau.

» Si l'on veut employer l'acide azotique, il convient de prendre, pour 500 parties de xylène, 1 kilogramme d'acide azotique et environ 3 kilogrammes d'eau. Dans les deux cas, on fait bouillir le mélange pendant vingt-quatre heures dans un ballon communiquant avec un réfrigérant ascendant; on distille ensuite tant que du xylène passe à la distillation, on agite ce dernier avec une solution d'ammoniaque faible et on le rectifie une dernière fois en prenant ce qui passe vers 139 degrés; on élimine de cette manière de petites quantités de produits nitrés qui se forment presque toujours dans le traitement par l'acide nitrique. Pour m'assurer que l'isoxylène ainsi obtenu ne renfermait plus de paraxylène, j'ai oxydé une partie de ce carbure par un mélange de bichromate de potassium et d'acide sulfurique; le produit résultant de l'oxydation était de l'acide iso-

phtalique, se dissolvant facilement dans l'eau bouillante, d'où il cristallisait en fines aiguilles par le refroidissement.

» *Remarque sur le chlorure d'isotolyle.* — Les travaux qui ont été publiés jusqu'à présent sur le chlorure d'isotolyle ont toujours été faits en partant d'un xylène qui n'avait pas été séparé préalablement du paraxylène. Il était donc probable que le point d'ébullition de ce chlorure serait un peu plus élevé si on le préparait avec de l'isoxylène pur : c'est ce que j'ai constaté en effet.

» Le chlorure d'isotolyle a été préparé par la méthode de MM. Grimaux et Lauth, en faisant arriver un courant de chlore dans la vapeur du xylène; on lui a fait subir quinze rectifications consécutives en le séparant entre les fractions 193-194°, 194-195°, 195-196°, et l'on a dosé le chlorure dans chacune de ces fractions; l'analyse a donné les nombres suivants :

	C^8H^9Cl.	193°—194°.	194°—195°.	195°—196°.
Cl.....	25,26	23,40	24,38	25,44

» Le point d'ébullition de ce chlorure est donc situé de 195° à 196° (non corrigé); il est par conséquent un peu plus élevé que les nombres 190°-195° et 193° indiqués dans les Mémoires précédents.

» J'ai aussi déterminé la densité du chlorure d'isotolyle, et j'ai trouvé les valeurs

$$d_0 = 1,079, \quad d_{20} = 1,064.$$

» *Aldéhyde isotoluique.* — La formation de l'aldéhyde isotoluique a été signalée par MM. Grimaux et Lauth, dans la réaction du chlorure d'isotolyle sur le nitrate de plomb et l'eau (1). Pour préparer cette aldéhyde, il n'est pas nécessaire de partir d'un chlorure parfaitement pur, il suffit qu'il ne renferme pas de produits bichlorés; on obtient un chlorure assez pur en le rectifiant trois ou quatre fois entre les limites de 190° à 200°. 600 grammes d'isoxylène ont donné 357 grammes de chlorure bouillant de 190° à 200°. On prend pour 1 partie de ce chlorure $\frac{1}{2}$ partie d'azotate de plomb et sept fois son poids d'eau; on introduit le mélange dans un ballon communiquant avec un réfrigérant ascendant et l'on chauffe à l'ébullition au bain d'huile. La réaction dure environ 24 heures; lorsqu'elle est terminée on distille la moitié du liquide : l'aldéhyde est entraînée complétement avec la vapeur d'eau; mais, comme sa densité diffère peu de

(1) *Bulletin de la Société chimique*, t. VII, année 1867.

celle de l'eau, il faut ajouter du sel marin au produit de la distillation pour la séparer de ce liquide. Pour la purifier on la combine avec environ deux fois son volume de bisulfite de soude, on lave le dépôt d'aldéhyde-sulfite de sodium avec un peu d'eau, un peu d'alcool, puis avec une grande quantité d'éther et on le décompose ensuite en le faisant bouillir avec une solution concentrée de carbonate de soude. On sépare l'aldéhyde qui est entraînée avec la vapeur d'eau comme il a été indiqué précédemment, on la sèche sur du carbonate de potasse et on la rectifie en recueillant comme aldéhyde ce qui passe de 197° à 200°. Avec 357 grammes de chlorure d'isotolyle on a obtenu 117 grammes d'aldéhyde pure. L'analyse a donné les nombres suivants :

	C^8H^8O.	Trouvé.
C....................	80,00	73,41
H....................	6,66	7,08

» La quantité de carbone est un peu inférieure à la quantité théorique; cette différence provient de ce que l'aldéhyde isotoluique attire très-facilement l'oxygène de l'air.

» *Propriétés.* — L'aldéhyde isotoluique est un liquide incolore d'une odeur d'amandes amères très-prononcée, bouillant à 199 degrés (non corrigé); elle est presque insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et l'éther; sa densité est

$$d_0 = 1,037, \quad d_{22} = 1,024.$$

Elle se combine avec les bisulfites alcalins et réduit les sels d'argent; au contact de l'air elle s'oxyde facilement pour se transformer en acide isotoluique ; traitée par l'acide nitrique, elle fournit de l'acide isophtalique. L'acide sulfurique la dissout à chaud en prenant une coloration pourpre, puis il noircit en dégageant de l'acide sulfureux. Lorsqu'on la mélange avec une solution de cyanure de potassium dans l'alcool faible, elle ne se polymérise pas aussi facilement que l'aldéhyde benzoïque, mais il est probable qu'après un contact prolongé la même réaction aura lieu. Si l'on ajoute à de l'aldéhyde isotoluique de l'alcool saturé d'acide chlorhydrique et un peu de zinc, la liqueur devient jaune foncé, et il ne se dégage que peu d'hydrogène ; on arrivera probablement de cette manière à préparer un homologue de l'hydrobenzoïne.

» Je continue l'étude de cette aldéhyde et de ses dérivés ; j'ai également commencé l'étude des acides sulfoconjugués du xylène et de ses dérivés monochlorés dans la chaîne centrale : je cherche à transformer ces acides

par la potasse fondante en phénols diatomiques du xylène, et j'espère arriver à la synthèse de la β-orcine, qui, d'après ses réactions, semble être un homologue de l'orcine.

» Ce travail a été fait au laboratoire de M. Wurtz. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur le spirophore, appareil de sauvetage pour les asphyxiés, principalement pour les noyés et les enfants nouveau-nés.* Note de M. **Woillez**, présentée par M. Gosselin.

« L'an dernier, dans la séance du 19 avril, j'ai communiqué à l'Académie une Note sur le *spiroscope*, instrument destiné à l'étude de l'auscultation, de l'anatomie et de la physiologie du poumon.

» A la fin de cette Note, j'exprimais l'espoir que le principe sur lequel le spiroscope est basé servirait à résoudre la question du meilleur traitement à appliquer aux noyés et asphyxiés. Je pensais que le problème était réalisable. Je crois pouvoir dire aujourd'hui que le problème est résolu, à l'aide d'un appareil de sauvetage que j'appelle *spirophore*, pour éviter sa confusion avec le spiroscope.

» Cet appareil, construit par M. Collin, se compose d'un cylindre de tôle fermé d'un côté et ouvert de l'autre. Il est assez grand pour recevoir le corps de l'asphyxié, qu'on y glisse jusqu'à la tête, laquelle reste libre au dehors; un diaphragme clôt ensuite l'ouverture autour du cou. Un soufflet puissant, contenant plus de 20 litres d'air, situé en dehors de cette caisse, communique avec elle par un gros tube, et manœuvre à l'aide d'un levier dont l'abaissement produit l'aspiration de l'air confiné autour du corps; le relèvement du levier rend à la caisse l'air qui vient d'en être soustrait. Une glace translucide, placée en avant du cylindre, permet de voir la poitrine et l'abdomen du patient, et une tige mobile glissant dans un tube, perpendiculairement fixé au-dessus, est destinée à reposer sur le sternum.

» J'ai fait avec cet appareil plusieurs expériences dont voici le résultat général sur le cadavre :

» Lorsqu'un cadavre humain est enfermé jusqu'au cou dans le cylindre et qu'on abaisse vivement le levier du soufflet, le vide se fait autour du corps, et aussitôt l'air extérieur, obéissant indirectement à cette aspiration, pénètre dans l'intérieur de la poitrine, dont les parois se soulèvent sous les yeux de l'observateur comme pendant la vie. Les côtes sont écartées, le sternum est poussé en avant d'un centimètre au moins, comme le montre

le soulèvement de la tige mobile qui repose sur lui. De plus, l'épigastre, et même l'abdomen au-dessous font une saillie inspiratrice qui démontre que l'agrandissement de la poitrine se fait, pendant cette inspiration artificielle, non-seulement par *le soulèvement des côtes et du sternum*, mais encore par *l'abaissement du diaphragme*. Tout revient en place quand le levier est relevé.

» On peut répéter ces mouvements respiratoires complets quinze à dix-huit fois par minute, comme le fait l'homme vivant.

» A l'aide d'un tube fixé dans la trachée du cadavre et communiquant avec un réservoir d'air gradué sur la cuve à eau, j'ai mesuré la quantité d'air qui pénétrait ainsi dans la poitrine à chaque pression du levier, et j'ai constaté qu'*un litre en moyenne* entrait dans les voies aériennes à chaque inspiration artificielle, tandis que la moyenne physiologique n'est que d'*un demi-litre*.

» MM. Gosselin et Empis ont été témoins d'une de ces expériences, dont ils ont constaté les résultats, qui permettent de faire traverser les poumons d'un cadavre et par conséquent d'un asphyxié par plus de *cent litres* d'air en dix minutes.

» Il est dès lors facile de concevoir les avantages que peut présenter cet appareil pour le traitement de l'asphyxie, et notamment de l'asphyxie des noyés et de celle des nouveau-nés. Dans toutes les asphyxies par un air vicié ou insuffisant, dans celles produites par certains empoisonnements, dans les paralysies des muscles respirateurs, dans la plupart des affections dyspnéiques, dans l'asphyxie par les mucosités bronchiques, dans celle due aux inhalations de chloroforme, et enfin pour la constatation de certains cas de mort apparente, le spirophore pourra opérer une respiration artificielle efficace.

» Cette respiration factice est sans danger pour les poumons, qui ne peuvent être le siége de déchirures, quelle que soit la force d'action du levier. Cette innocuité tient à cette condition physique excellente, à savoir : que jamais la force de pénétration de l'air dans les poumons n'est supérieure dans ce cas, comme sur le vivant, à la pesanteur de l'atmosphère. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Étude graphique des mouvements du cerveau.* Note de M. A. Salathé, présentée par M. Cl. Bernard.

« Dans le but de soumettre à une analyse rigoureuse les mouvements d'expansion et de retrait du cerveau, ainsi que ceux du liquide céphalo-rachidien, qui en dérivent, nous avons essayé de les contrôler, au moyen

de l'inscription graphique, dans de nombreuses expériences sur le chien et le lapin. Nous y sommes parvenu de la façon suivante.

» Après avoir pratiqué sur le crâne de l'animal une trépanation de 2 centimètres de diamètre, nous adaptons à l'orifice ainsi obtenu un tube de verre de même diamètre, dont la partie inférieure est fixée au moyen d'une garniture en laiton, munie d'un pas de vis. Ce tube est fermé supérieurement par un bouchon de caoutchouc que traverse un petit tube de verre, se continuant par un tuyau de caoutchouc, lequel vient aboutir à un tambour à levier. Nous versons du liquide dans l'appareil, de telle sorte que son niveau corresponde à la partie moyenne du petit tube de verre. De la sorte, on observe les moindres oscillations que présente le liquide, oscillations qui se traduisent d'autre part par les mouvements de la plume du tambour à levier, qui les inscrit sur un cylindre enregistreur, sur lequel nous pouvons noter en même temps le tracé de la respiration ou du cœur.

» Les détails de nos expériences, exécutées dans le laboratoire du professeur Marey, trouveront place dans un travail que nous publierons prochainement. Nous nous bornons, pour le moment, à énoncer les principaux résultats obtenus :

» 1. Les oscillations du liquide, en rapport avec la respiration, faibles et parfois nulles dans la respiration calme, deviennent très-prononcées dans les efforts, les cris, etc.

» 2. Les oscillations respiratoires, observées simultanément au crâne et au rachis, sont synchrones.

» 3. La respiration artificielle renverse l'ordre des oscillations, le liquide s'élevant alors en inspiration, s'abaissant en expiration.

» 4. Les oscillations dépendant de la systole cardiaque, qui peuvent être en partie ou complétement masquées, dans le cas de respiration exagérée, donnent un tracé assimilable à celui du pouls.

» 5. Les attitudes exercent sur la pression intra-cranienne une grande influence qu'indiquent les changements considérables du niveau du liquide, qui monte notablement quand on élève l'arrière-train de l'animal, qui baisse dans la manœuvre inverse.

» 6. Les anesthésiques peuvent modifier les phénomènes des deux façons, soit en supprimant brusquement la respiration et par suite les oscillations qui en dépendent, soit en supprimant ces dernières et régularisant la respiration.

» Le premier cas se rapporte surtout au lapin; le second a trait au chien. Nous donnons à l'appui les deux tracés suivants (*fig.* 1 et 2) pris sur un chien. Dans chacun d'eux la ligne supérieure représente la respiration, la ligne inférieure les oscillations cérébrales.

» Dans le premier tracé, la respiration est agitée, l'animal pousse un

aboiement à chaque expiration; la ligne inférieure reproduit les courbes respiratoires avec un dentelé d'oscillations artérielles.

Du chloroforme est donné à l'animal, et nous voyons que, dans le deuxième tracé, la respiration s'est régularisée; elle ne se traduit plus sur la ligne inférieure, qui n'indique que des oscillations cardiaques.

Fig. 1.

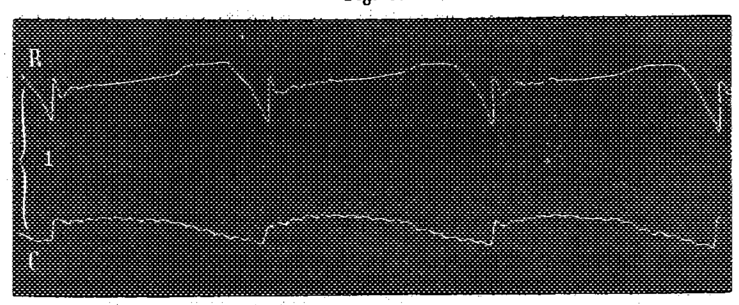
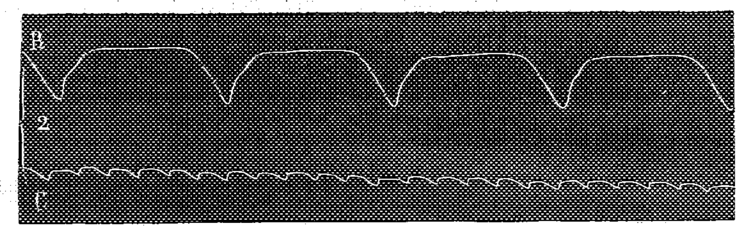


Fig. 2.



» Nous avons pu inscrire également les mouvements du cerveau chez l'homme, sur un malade que le professeur Broca a bien voulu mettre, l'année passée, à notre disposition. Cet individu, âgé de 30 ans, à la suite d'une chute terrible faite à 15 ans, s'était fracturé le frontal. Il put se remettre de cet accident : la plaie produite se referma, et, à ce niveau, le cerveau n'est plus protégé que par les parties molles. Pour explorer cette région, nous nous sommes servi du nouvel explorateur à bouton du professeur Marey.

» Dans le tracé que nous donnons (*fig.* 3), la ligne supérieure représente les mouvements du cerveau, la ligne moyenne le pouls radial, la ligne inférieure la respiration.

» Dans la première partie du tracé, la respiration est calme et les pulsations artérielles retentissent seules sur le tracé frontal, avec un dicrotisme très-net. Nous faisons ensuite exécuter au malade un effort en inspiration, qui se traduit par une augmentation de tension artérielle, du côté du pouls. En même temps, la ligne du tracé frontal s'élève considérable-

ment, avec quelques soubresauts indiquant encore l'influence cardiaque, pour retomber ensuite rapidement, aussitôt que cesse l'effort.

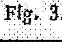
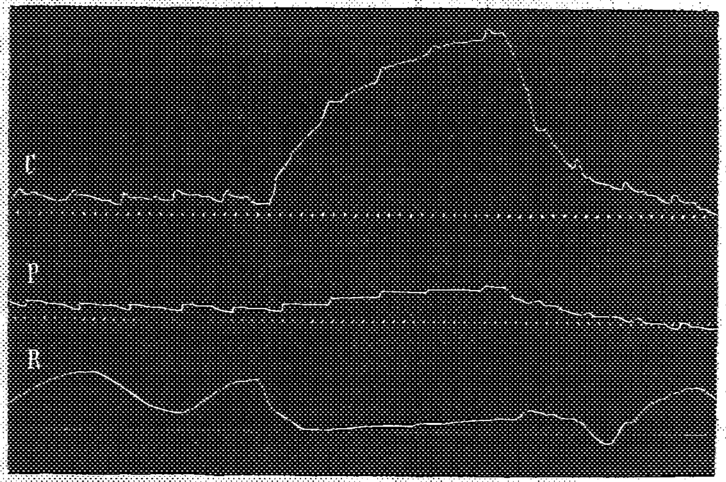


Fig. 3.



» Ce tracé offre la plus grande analogie avec ceux de l'inscription des variations de volume des organes immergés, tels que les ont obtenus MM. Franck et Mosso. »

BOTANIQUE. — *Les vacuoles contractiles dans le règne végétal.* Note de M. E. Maupas, présentée par M. Duchartre.

« L'existence d'une ou de plusieurs vacuoles contractiles, comme organe pulsatile constant chez les vrais Infusoires, fut d'abord affirmée par Ehrenberg. Le même savant constata encore l'existence de cet organe chez deux Volvocinées, le *Gonium pectorale* et le *Chlamydomonas Pulvisculus*. Ces dernières observations furent confirmées en 1853 par M. F. Cohn, et, en 1855, M. Claparède en ajouta de nouvelles faites sur le *Volvox globator*, plusieurs Euglènes et enfin chez le *Dinobryon Sertularia*, qu'il rattachait pour ce motif au règne animal. La vacuole contractile lui paraissait être un bon caractère d'animalité.

» Depuis lors, de nouvelles observations ont complétement modifié la question. En 1860, M. de Bary signale la vacuole contractile dans les zoospores des *Cystopus candidus* et *cubicus*, ainsi que sur les zoospores et les plasmodies des Myxomycètes. Fresenius la reconnaît sur les zoospores d'une Palmellacée, l'*Apiocystis minor*. M. Strasburger, dans son récent ouvrage sur la cellule, décrit la vacuole contractile des macrospores de l'*Ulothrix*

zonata et le Dr Dodel-Port a confirmé cette observation. M. Cienkowski, enfin, dans un travail publié en février 1876, annonce la présence d'une vacuole dans les zoospores des *Chaetophora* et d'une double vacuole dans les macrospores du *Stygeoclonium stellare*. L'organe pulsatile se rencontre donc aussi bien chez des êtres de nature végétale bien établie que chez les vrais Infusoires. Cependant ces observations ne paraissent pas avoir encore assez attiré l'attention des savants en France, à ce point que M. de Fromentel, dans son grand ouvrage sur les Infusoires, publié en 1874, considère encore la vacuole contractile *comme le caractère sérieux de l'animalité des microscopiques et le seul qui jusqu'à ce jour peut nous permettre de poser une délimitation certaine entre ces êtres animés et les végétaux*. J'ai donc pensé qu'il serait bon de faire connaître deux nouvelles observations, qui achèveront, je l'espère, de détruire la valeur systématique que l'on veut encore accorder à la présence ou à l'absence d'une vacuole contractile.

» En mai 1872, je trouvai en abondance le *Microspora floccosa*, Thuret, dans le ruisseau du ravin de l'Oued-el-Kebir au-dessus de Blidah. Cette Algue, placée dans une cuvette, donna lieu le lendemain et les jours suivants à une nombreuse émission de macrospores. Ces macrospores se forment presque toujours au nombre de deux dans chaque cellule-mère, par une division transversale; quelquefois il en naît quatre, par une nouvelle division transversale répétée sur chacun des deux premiers segments. L'émission commence vers 9 heures du matin, pour arriver en son plein vers 11 heures, et cesser complétement à midi. Les macrospores devenues libres ont une forme sphérique, et en diamètre de 0,006 à 0,008 de millimètre. La région antérieure ou rostrale dépourvue de chlorophylle est assez large, et porte deux flagellums un peu plus longs que le corps de la spore. La région postérieure, au contraire, est occupée par des masses de protoplasma verdi par la chlorophylle et disposé en plaques latérales épaisses et larges. On y voit aussi un corpuscule de forme sphérique à réfringence brillante qu'il faut peut-être considérer comme un nucléus. La vacuole contractile est placée dans le protoplasma incolore de la région centrale, au-dessous du point d'insertion des flagellums. Elle est fort petite, assez difficile à voir, et je crois pouvoir assurer qu'elle est quelquefois double. Ses pulsations sont assez rapides et se renouvellent trois à quatre fois par minute. Le mouvement de systole ne se fait pas brusquement comme chez les Infusoires. La vacuole se contracte avec lenteur et on la voit s'effacer doucement en diminuant graduellement de diamètre. Cependant la systole est toujours plus rapide que la diastole. Pour bien voir le phénomène, il faut l'observer sur une macrospore au

moment de son émission, alors qu'elle s'étire lentement entre les segments désemboîtés de la cellule-mère. On le suit encore très-bien sur les zoospores devenues immobiles et s'apprêtant à germer. A ce moment elles se fixent par leur région postérieure et l'allongement se fait par l'extrémité centrale demeurée libre. Elles perdent leurs flagellums et, dans cet état, on peut voir la vacuole continuer ses pulsations sur des macrospores déjà en pleine germination et ayant pris une forme allongée.

» Au mois de février dernier, dans des flaques d'eau limpide occupant les creux d'un sentier arabe non fréquenté, au sommet de la Bouzareah, près d'Alger, je récoltai, entre autres Algues, l'*Ulothrix variabilis*, Kützing, qui y croissait très-vigoureusement. Cette *Ulothrix*, placée dans une cuvette, donna dès le lendemain lieu à une émission de macrospores. Celles-ci ne se forment jamais qu'une seule dans chaque cellule-mère, et tout le protoplasma de cette dernière entre dans leur substance. Devenues libres, elles ont une longueur de 0,011 de millimètre, sont ovales, oblongues, piriformes, l'extrémité postérieure arrondie, l'extrémité antérieure en pointe. Cette dernière porte deux flagellums un peu plus longs que le corps et forme une sorte de rostre composé de protoplasma incolore et finement granuleux. Dans la région postérieure se trouvent des masses de chlorophylle disposées en plaques latérales assez épaisses et larges. A peu près au milieu de sa longueur et sur un des côtés existe une tache pigmentaire rouge bien marquée. Je n'ai pas aperçu de nucléus. La vacuole contractile est située dans l'épaisseur du protoplasma incolore de la région rostrale, au-dessous de l'insertion des flagellums. Elle est le plus souvent unique; quelquefois il y en a deux. Ses pulsations sont assez rapides et se répètent trois ou quatre fois par minute. Son diamètre est fort petit et, comme sur le *Microspora*, il faut pour la bien voir saisir le moment où une macrospore s'étire lentement au travers de l'ouverture de la paroi de la cellule-mère, ou bien encore lorsqu'elle a achevé sa période de vie vagabonde et s'est fixée pour germer en perdant ses flagellums. Dans ce dernier cas, la vacuole continue encore quelque temps ses pulsations.

» On peut encore observer aisément l'apparition des flagellums sur les macrospores de cette *Ulothrix*. Lorsqu'une de ces macrospores sort en s'étirant au travers de l'ouverture formée dans la paroi de la cellule-mère, elle se présente toujours la région rostrale en avant. Dans le premier moment, lorsqu'une faible partie du corps seulement est engagée, la région déjà en dehors a encore une forme arrondie obtuse, avec un contour simple et ré-

gulier. Mais on voit bientôt apparaître à son sommet deux saillies assez épaisses, relativement à l'épaisseur des flagellums. D'abord à peine indiquées, ces saillies croissent rapidement en longueur et ressemblent bientôt à deux petites cornes. Puis, lorsque la macrospore a déjà presque $\frac{1}{3}$ de son corps dégagé, ses deux cornes se déploient brusquement en deux flagellums, qui s'agitent aussitôt dans l'eau et par leurs mouvements concourent activement à achever de dégager la macrospore. La petitesse de ces objets ne permet pas malheureusement de voir sous quelle forme et avec quel arrangement les flagellums existent avant leur déploiement; mais la rapidité instantanée avec laquelle ce dernier s'exécute laisse supposer que, dès l'apparition des petits mamelons, ils sont déjà complétement différenciés de la macrospore et probablement enroulés sur eux-mêmes. »

MINÉRALOGIE. — *Le minerai de nickel de la Nouvelle-Calédonie ou « garniérite »*. Note de M. J. **Garnier**, présentée par M. Daubrée.

« Les minerais de nickel de la Nouvelle-Calédonie sont devenus l'objet d'une exploitation active. Ce ne sont pas des arséniosulfures de nickel comme ceux que l'on a utilisés jusqu'ici, mais bien des silicates de nickel et de magnésie. On trouve ce minerai au sein des masses serpentineuses, très-abondantes en divers points de l'île, et en association avec des euphotides, diorites, amphibolites, etc. Tantôt cette combinaison du nickel se montre sur ces roches diverses, comme un enduit d'un beau vert; tantôt elle les pénètre et les colore d'une manière plus ou moins intense; tantôt elle y forme des filets, qui peuvent prendre l'importance et la régularité de filons; tantôt enfin des rognons ou amas. Comme on devait s'y attendre, le nickel a pour compagnons le fer, le chrome, le cobalt; ces métaux, surtout les deux premiers, sont d'une abondance qui est peut-être sans exemple; leur mode de gisement est analogue à celui du nickel, sauf que, dans les points de la Nouvelle-Calédonie où j'ai rencontré le cobalt, ce dernier métal était associé à du manganèse formant des masses plus ou moins volumineuses et pures, au sein de roches friables, arénacées, formées de débris feldspathiques et magnésiens.

» Je demande la permission de rappeler que, dès le début de mes recherches géologiques à la Nouvelle-Calédonie en 1863, j'adressai au Rév. W.-B. Clarke, géologue du gouvernement de la Nouvelle-Galles du Sud, une série d'échantillons de roches provenant d'une première excursion; le minéral à

base de nickel s'y rencontrait, ainsi que ce savant géologue a bien voulu le relater dans un récent Mémoire (1). Le professeur Liversidge, de l'Université de Sydney, puis le professeur Dana, des États-Unis, étudièrent avec soin le nouveau minéral, auquel, d'un commun accord, ils voulurent bien donner le nom de *garniérite*, et c'est sous ce titre qu'elle est décrite dans la dernière édition de la Minéralogie de Dana.

» Le minerai de nickel calédonien se rapproche beaucoup des *pimélites;* cependant une dénomination spéciale peut ici s'excuser par quelques caractères particuliers que présente le minerai. A l'occasion de l'importance du minerai dans les roches magnésiennes, je disais, en 1869, dans l'un des Mémoires où j'ai signalé le nickel :

« Le nickel est si abondant parmi les roches serpentineuses de la Nouvelle-Calédonie, qu'on doit espérer en trouver un jour des gisements exploitables. (*Bulletin de la Société de l'industrie minérale*, t. XV, p. 301.) »

M. A. Rosenstiehl demande l'ouverture d'un pli cacheté déposé par lui le 13 mars 1876.

Ce pli contient la Note suivante, sur l'alizarine nitrée :

« La découverte de l'alizarine nitrée, à laquelle l'avenir réserve peut-être d'utiles applications, est due au hasard.

» L'année dernière, M. Strobel (chimiste attaché à l'établissement de MM. Haeffelz et C[ie], à Pfastadt, près de Mulhouse) a observé que le rouge garancé, exposé aux vapeurs nitreuses, devient orangé ; cette couleur, loin de se dégrader par les lavages ou les bains de savon même bouillants, n'en devient que plus vive. Le rouge d'Andrinople subit la même modification ; la couleur résultante est tout aussi solide que celle d'où elle dérive, d'une nuance et d'une vivacité qui ne sont représentées dans la palette des toiles peintes que par les chromates de plomb. L'intérêt qui s'attache à une pareille substance, encore sans analogue, m'a décidé à faire l'étude de cette remarquable transformation. C'est le résumé des recherches faites à cette occasion qui fait l'objet de cette Note.

» 1. J'ai constaté tout d'abord que l'orangé que l'on obtient par l'action de la vapeur nitreuse est d'autant plus vif que le rouge d'où il provient contient moins de purpurine. Je joins à cette Note le produit du virage d'un

(1) *Anniversary address to the Royal Society of New-South Wales*, by Rev. W.-B. Clarke.

rouge teint avec de l'alizarine pure (1), qui est la vraie génératrice de l'orangé.

» 2. Ayant essayé de retirer la nouvelle matière colorante du tissu sur lequel elle s'était formée, j'ai rencontré une résistance remarquable; cette couleur est si difficilement attaquée par les acides que la fibre se désagrége en grande partie, avant que la matière colorante soit mise en liberté. Je n'ai obtenu, par ce moyen, qu'une petite quantité de substance jouissant de la propriété de teindre les mordants d'alumine en orangé.

» 3. La vapeur nitreuse ayant été mise en présence d'alizarine en dissolution ou en suspension dans divers liquides, tels que l'eau, l'acide acétique, l'alcool, l'acide sulfurique, j'ai observé la formation de matières qui, tout en étant colorées en jaune, étaient dépourvues de tout pouvoir tinctorial. Ce résultat concorde avec celui obtenu par M. Nienhaus, qui a constaté la réduction de l'alizarine en anthraquinone par l'action de l'acide azoteux dans des conditions qui s'éloignent peu de celles que je viens d'indiquer (2). L'acide nitrique fumant, employé soit seul, soit mêlé d'acide sulfurique, n'a pas donné de résultat satisfaisant.

» 4. Me plaçant alors dans les conditions où la matière colorante se forme sur tissu, j'ai réussi à me procurer abondamment la nouvelle substance. Dans de grands flacons de verre, je verse de l'alizarine en pâte du commerce (3); j'en couvre les parois par une agitation convenable et je fais égoutter et sécher. Le verre est ainsi garni d'une mince couche d'alizarine très-divisée. Je remplis alors le flacon de vapeurs nitreuses, je bouche, et en peu de minutes la couleur de l'alizarine change, les gaz se décolorent. Je détache le contenu du flacon avec de l'eau, qui enlève les acides (dont une partie est cristallisable) et laisse un résidu formé de deux matières colorantes, dont l'une, sans doute de l'alizarine non modifiée, teint les mordants d'alumine en rouge; l'autre, qui constitue la nouvelle matière, les teint en orangé.

» J'opère une première séparation, en transformant en sel de soude, qui, soluble dans l'eau pure, l'est au contraire très-peu en présence d'un léger

---

(1) La réaction dont il s'agit constitue une intéressante expérience de cours, qui fait voir d'une manière frappante l'effet des substitutions; dans un flacon à large col, rempli de vapeurs rutilantes, on plonge un morceau d'étoffe imprimée ou teinte en rouge d'alizarine; cinq minutes après, on l'en retire converti en un bel orangé.

(2) *Berichte der chem. deut. Gesellschaft*, t. VIII, p. 774 : Correspondance de Zurich.

(3) J'ai employé la marque n° 1 de la maison Meister Lucius et C[ie], à Hœchst-sur-le-Mein.

excès d'alcali. La matière colorante, mise en liberté par un acide, est purifiée par une série de cristallisations dans le chloroforme, jusqu'au moment où le liquide mère et les cristaux donnent le même résultat en teinture.

» Le produit, séché dans le vide à 100 degrés, a fourni à l'analyse les nombres suivants, qui correspondent à la composition de l'alizarine mononitrée $C^{14}H^{7}(AzO^{2})O^{4}$:

	Trouvé.	Calculé.
C	58,87	58,94
H	2,56	2,45
Az (1)	4,87	4,91

» 5. Cristallisée dans le chloroforme, elle se présente sous forme de paillettes orangées à reflets verts. Elle est un peu soluble dans l'eau chaude qu'elle colore, soluble dans différents dissolvants neutres, les acides acétique et sulfurique.

» Elle se sublime, en se détruisant en grande partie, en petites paillettes jaunes à reflets verts. En même temps il se forme des aiguilles rouges, qui teignent comme l'alizarine. Sa solution dans les alcalis est violet rouge; en teinture, elle sature les mordants dans l'eau distillée; l'addition de l'équivalent d'acétate de calcium améliore légèrement le rendement; le bicarbonate du même métal la précipite totalement du bain de teinture; la précipitation est retardée par un courant d'acide carbonique, qui ne décompose plus la laque calcaire une fois formée. J'ai utilisé cette propriété pour reconnaître l'alizarine dans le produit brut. Elle se comporte vis-à-vis des oxydes, non pas comme l'alizarine d'où elle dérive, mais se rapproche de la purpurine, qui est comme elle un dérivé trisubstitué de l'anthraquinone. Les combinaisons avec les bases se distinguent par une stabilité relative supérieure; aussi se fixe-t-elle en teinture avant l'alizarine. Elle teint les mordants de fer en une couleur voisine du 3 *violet* $\frac{3}{10}$ *de noir* des cercles chromatiques de M. Chevreul, et l'alumine en 4 *rouge-orange*. Cette dernière couleur est assez brillante, ainsi que l'échantillon joint à cette Note le fait voir; elle gagne de la vivacité par les opérations de l'avivage.

Par réduction de la nitralizarine, j'ai obtenu deux produits qui se forment successivement : l'un soluble en bleu dans les alcalis et teignant les mordants d'alumine en grenat, l'autre qui colore les dissolutions alcalines en brun et teint l'alumine en couleur de cachou. Je ne mentionne qu'en pas-

(1) M. Goppelsröder, directeur du laboratoire de Chimie de Mulhouse, a bien voulu se charger du dosage de l'azote.

sant ces deux corps, moins intéressants comme matières colorantes que comme produits amidés, mon but principal étant d'appeler l'attention sur le dérivé de l'alizarine qui fait l'objet de cette Note, dont la combinaison aluminique présente une couleur qui possède le précieux avantage d'être à la fois solide et brillante. »

M. **F.-A. Forel** adresse une Note sur un limnimètre enregistreur établi à Morges, sur le lac Léman, pour étudier les Seiches. (Extrait.)

« Les résultats obtenus justifient la théorie qui fait des seiches des mouvements rhythmiques, c'est-à-dire des vagues d'oscillation fixe des lacs. L'appareil enregistreur employé met en évidence, pour la première fois, les vibrations dues à l'action du vent et des bateaux à vapeur. »

M. **Oré** adresse, par l'entremise de M. Larrey, une Note sur deux cas de transfusion faite avec le sang humain et le sang d'agneau.

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE

Ouvrages reçus dans la séance du 22 mai 1876.

(suite.)

Anales de la Universitad de Chile; 2ª seccion : *Boletin de instruccion publica,* febrero-decembre 1874. Santiago, Imp. nacional, 1874; 11 liv. in-8°.

Anales de la Universitad de Chile; 1ª seccion : *Memorias cientificas i literarias;* enero-decembre 1874. Santiago, Imp. nacional, 1874; 12 liv. in-8°.

Apendice a los Anales de la Universidad correspondientes a 1873. Santiago, Imp. nacional, 1873; in-8°.

Sesiones de la camara de Senadores en 1874; num. 1, 2. Santiago, Imp. nacional, 1874; 2 liv. in-4°.

Sesiones estraordinarias de la camara de Diputados en 1874; num. 1, 2. Santiago, Imp. nacional, 1874; 2 liv. in-4°.

Lei de presupuestos de los gastos jenerales de la administracion publica de Chile para el ano de 1875. Santiago, Imp. nacional, 1874; in-4°.

Estadistica comercial de la Republica de Chile correspondiente al ano de 1874. Valparaiso, imp. del *Mercurio*, 1875; in-4°.

Anuario estadistico de la Republica de Chile correspondiente a los anos de 1873 *y* 1874; t. XV. Santiago, Imp. nacional.

Anuario estadistico de la Republica de Chile; t. XVII. Santiago, imp. nacional, 1875; in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 29 MAI 1876.

Traité d'Électricité statique; par M. E. MASCART. Paris, G. Masson, 1876; 2 vol. in-8°.

Société académique des Sciences, Arts, Belles-Lettres, Agriculture et Industrie de Saint-Quentin. Travaux de juillet 1874 *à juillet* 1875. Saint-Quentin, typ. Ch. Poette, 1876; in-8°.

Traité de l'impuissance et de la stérilité chez l'homme et chez la femme; par le Dr F. ROUBAUD; 3e édition. Paris, J.-B. Baillière, 1876; in-8°. (Adressé par l'auteur au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1876.)

Des opérations applicables au bec-de-lièvre compliqué; par F. COURMONT. Paris, A. Delahaye, 1875; in-8°. (Adressé par l'auteur au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1876.)

Mémoire sur l'organisation et la distribution zoologique des Acariens de la famille des Gamasidés; par P. MÉGNIN. Paris, Germer-Baillière, 1876; br. in-8°. (Adressé par l'auteur au Concours Thore, 1876.)

Recherches sur les fonctions des Champignons; par M. A. MUNTZ. Paris, Gauthier-Villars, 1876; br. in-8°. (Adressé par l'auteur au Concours Desmazières, 1876.)

Travaux du Conseil d'hygiène publique et de salubrité du département de la Gironde. Bordeaux, imp. Ragot, 1876; in-8°.

Études médicales sur le mont Dore; 12e Mémoire : *Discussion sur la nature arsénicale des eaux du mont Dore*. Paris, aux bureaux de l'*Union médicale*, 1876; br. in-8°.

La tempête du 12 *mars* 1876; Communication par M. E. QUETELET. Bruxelles, imp. F. Hayez, 1876; br. in-8°.

OUVRAGES REÇUS PENDANT LA SÉANCE DU 5 JUIN 1876.

Annales de l'Observatoire de Paris, publiées par U.-J. LE VERRIER; *Mémoires*, t. XII. Paris, Gauthier-Villars, 1876; in-4°.

Traité de Mécanique générale comprenant les leçons professées à l'École Polytechnique par H. RESAL; t. IV. Paris, Gauthier-Villars, 1876; in-8°.

Nouveau Dictionnaire de médecine et chirurgie pratiques, publié sous la direction du Dr Jaccoud; t. XXII. MED-MOEL. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1876; in-8°.

Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques, rédigé par MM. G. DARBOUX et J. HOUEL; t. VIII, 1er semestre 1875. *Tables des matières et noms d'auteurs*; t. IX, novembre et décembre 1875; t. IX, 2e semestre 1875: *Tables des matières et noms d'auteurs*; t. X, janvier et février 1876. Paris, Gauthier-Villars, 1875-1876; 6 liv. in-8°.

Mémoires couronnés et autres Mémoires, collection in-8°; t. III, 5e fascicule. Bruxelles, H. Manceaux, 1876, in-8°.

Commission de Météorologie de Lyon, 1874. Lyon, imp. Pitrat, 1876; in-8°.

Notice sur les appareils de chauffage employés dans les laboratoires; par V. WIESNEGG. Paris, chez l'auteur, 1876; in-12 (2 exemplaires.) (Présenté par M. Desains.)

Notes complémentaires d'un Mémoire sur les lames de haute mer. Résumé d'observations faites par les bâtiments en cours de campagne et analysées par Ch. ANTOINE. Brest, 1876; in-4° (2 exemplaires.)

Notice sur les travaux scientifiques de M. Th. DU MONCEL avec supplément. Paris, Gauthier-Villars, 1873-1874; 2 br. in-4°.

École d'Agriculture de Montpellier. Programme des études pratiques de viticulture et d'ampélographie. Montpellier, C. Coulet; Paris, V.-A. Delahaye, 1876; br. in-8°.

Intorno ad alcune serie; per A. GENOCCHI. Torino, Paravia, 1875, br. in-8°.

Un fiore a Maria madre nostra, per il sacerdote Orazio ROTUNDI FOGGIA. Tip. Maria Cristina, 1876; br. in-8°.

Spiegazione di alcuni fatti relativi alla teoria del magnetismo di rotazione; pel Dr A. BARTOLI. Pisa, tip. Pieraccini, 1875; br. in-8°.

Mio-sarcoma interstiziale dell' utero idro-ascite, amputazione della parte sopra-

vaginale di quest' organo, estirpazione delle ovaje per gastrotomia, guarigione rapida; pel Prof. V. MARTONE. Napoli, tip. G. de Angelis, 1876; br. in-8°.

Allo domanda per ottenere la spiegazione di un fenomeno elettrostatico, risposta del soc. P. VOLPICELLI. Roma, coi tipi del Salviucci, 1876; br. in-8°.

The zoological record for 1874; *being volume eleventh of the record of zoological literature,* edited by Eward CALDWELL RYE. London, John Van Voorst, 1876; in-8° relié.

OUVRAGES ADRESSÉS AUX CONCOURS DE L'ANNÉE 1876
(Concours Montyon. Médecine et Chirurgie).

Leçons sur la physiologie normale et pathologique du système nerveux; par le Dr POINCARÉ. Paris, Berger-Levrault et J.-B. Baillière, 1873-1874; 2 vol. in-8°.

Le système nerveux périphérique; par le Dr POINCARÉ. Paris, Berger-Levrault et J.-B. Baillière, 1876; 1 vol. in-8°.

Sur les fonctions des hémisphères cérébraux; par C. CARVILLE et H. DURET. Paris, G. Masson, 1875; in-8°.

Essai sur le puerpérisme infectieux chez la femme et chez le nouveau-né; par E. QUINQUAUD. Paris, A. Delahaye, 1872; in-8°.

Considérations cliniques sur une petite épidémie de choléra-nostras observée à l'hôpital Saint-Antoine en 1869; *par* M. QUINQUAUD. Paris, A. Parent, sans date; br. in-8°.

Quelques réflexions sur une épidémie de variole observée à l'hôpital de la Pitié en 1870; *par* M. QUINQUAUD. Paris, P. Asselin, 1870; br. in-8°.

Etude clinique et anatomo-pathologique sur certaines tumeurs adénoïdes du foie; par le Dr QUINQUAUD. Sans lieu ni date; br. in-8°.

Nouvelles expériences relatives à la respiration des poissons; par le Dr QUINQUAUD. Sans lieu ni date; opuscule in-8°.

Sur un procédé de dosage de l'hémoglobine dans le sang; par M. QUINQUAUD. Paris, Gauthier-Villars, sans date; opuscule in-4°.

Sur les variations de l'hémoglobine dans la série zoologique; par M. QUINQUAUD. Paris, Gauthier-Villars, sans date; opuscule in-4°.

Sur les variations de l'hémoglobine dans les maladies; par M. QUINQUAUD. Paris, Gauthier-Villars, sans date; opuscule in-4°.

Étude sur les affections articulaires; par le Dr QUINQUAUD; 1er fascicule. A. Delahaye, 1876; br. in-8°.

Études historiques, physiologiques et cliniques sur la transfusion du sang; par le Dr Oré. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1876; in-8°. (Présenté par M. Bouillaud.)

Traité des tumeurs bénignes du sein; par L. Labé et P. Coyne. Paris, G. Masson, 1876; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Des fièvres bilieuses des pays chauds en général et de la fièvre bilieuse hématurique en particulier; par le Dr Aug. Pellarin. Paris, J.-B. Baillière, 1876; in-8°.

Le tabac et l'absinthe; par le Dr P. Jolly. Paris, J.-B. Baillière, 1876; in-12°.

CONCOURS DU GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES (Distribution des animaux marins du littoral de la France).

Traité pratique d'ophthalmoscopie et d'optométrie; par M. Perrin. Paris, G. Masson, 1872; 1 vol. in-8° avec atlas.

Etude des Annélides du golfe de Marseille; par MM. Marion et Bobretzky. Paris, G. Masson, 1875; br. in-8°.

Dragages profonds au large de Marseille (juillet, octobre 1874), *Note préliminaire;* par A.-F. Marion. Montpellier, typog. Boehm, sans date; br. in-8°.

Sur les Annélides de Marseille; par M. A.-F. Marion. Montpellier, typog. Boehm, sans date; br. in-8°.

Recherches sur les animaux inférieurs du golfe de Marseille; 1er et 2e Mémoire; par M. A.-F. Marion. Paris, G. Masson, 1873; 2 br. in-8°.

CONCOURS DAMOISEAU.

Comparaison des observations des éclipses des satellites de Jupiter, etc.; par M. U. Glasenapp. Saint-Pétersbourg, 1874; in-8° (en langue russe.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 JUIN 1876.

PRÉSIDENCE DE M. LE VICE-AMIRAL PÂRIS.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉOMÉTRIE. — *Lieux géométriques et courbes enveloppes satisfaisant à des conditions de produit constant de deux segments variables. — Généralisation de quelques théorèmes exprimés en rayons vecteurs;* par M. CHASLES.

« XVI. *On mène de chaque point* a_1 *d'une courbe* U_{m_1} *les tangentes* $a_1\theta$ *d'une courbe* $U^{n'}$, *et de chaque point* θ *les droites* θa *terminées à une courbe* U_m *et telles, que l'on ait la relation* $a_1\theta.\theta a = \mu$: *ces droites* θa *enveloppent une courbe de la classe* $2mm_1(2m'+n')$.

$$\left.\begin{array}{lll} \text{IX}, & m'n_1 2m & \text{IU} \\ \text{IU}, & m2(m'+n')m_1 & \text{IX} \end{array}\right|\; 2mm_1(2m'+n') \quad [\text{VIII}].$$

» XVII. *De chaque point* a_1 *d'une courbe* U_{m_1} *on mène une tangente* $a_1\theta$ *d'une courbe* $U^{n'}$, *et l'on prend sur une courbe* U_m *les points* a *de chacun desquels on peut mener à une courbe* $U^{n'''}$ *une tangente* $a\theta''$ *satisfaisant à la relation* $a_1\theta.a\theta''=\mu$: *les droites* $a_1 a$ *enveloppent une courbe de la classe* $2mm_1(m'n''+m'''n'+2n'n''')$.

$$\left.\begin{array}{ll} \text{IX}, & m_1 n'(2m'''+2n''')m \\ \text{IU}, & mn''(2m'+2n')m_1 \end{array}\right|\; 2mm_1(m'n'''+m'''n'+2n'n''') \quad [\text{IX}].$$

» XVIII. *Si des deux points* a_1, a *de deux courbes* U_{m_1}, U_m *on mène à deux courbes* $U^{n'}$, $U^{n'''}$ *deux tangentes* $a_1\theta$, $a\theta''$ *dont le produit soit constant* $(a_1\theta . a\theta'' = \mu)$, *la droite* $a_1 a$ *enveloppe une courbe de la classe* $2mm_1(m'n''' + m'''n' + 2n'n''')$ [XI].

$$\left.\begin{array}{lll} \text{IX}, & m_1 n'(2m''' + 2n''')m & \text{IU} \\ \text{IU}, & mn'''(2m' + 2n')m_1 & \text{IX} \end{array}\right| . \text{ Donc, etc.}$$

» XIX. *Si de deux points* a_1, a *de deux courbes* U_{m_1}, U_m *on mène à deux courbes* $U^{n'}$, $U^{n'''}$ *deux tangentes* $a_1\theta$, $a\theta''$ *ayant un produit constant* $(a_1\theta . a\theta'' = \mu)$, *la droite* θa *enveloppe une courbe de la classe* $2mm_1(m'm''' + 2m'm''' + n'm''')$ [XII].

$$\left.\begin{array}{lll} \text{IX}, & m'm_1(2m''' + 2n''')m & \text{IU} \\ \text{IU}, & mn'''(2m' + 2n')m_1 & \text{IX} \end{array}\right| . \text{ Donc, etc.}$$

» Les huit théorèmes qui vont suivre sont des réciproques de théorèmes précédents, qui y sont indiqués; néanmoins, j'en donne la démonstration directe, qui est toujours très-simple.

» XX. *De chaque point* θ *d'une courbe* $U^{n'}$ *on mène les tangentes d'une courbe* $U^{n''}$, *lesquelles rencontrent une courbe* U_m *en des points* a, *et l'on prend sur la tangente du point* θ *les quatre points* x *qui satisfont, pour chaque point* a *de* U_m, *à la relation* $x\theta . xa = \mu$: *le lieu de ces points est une courbe de l'ordre* $4mn''(m' + n')$ [IV].

$$\left.\begin{array}{llll} a, & n''m'2m & & \alpha \\ \alpha, & (2m' + 4n')n''m & [\text{I}] & a \end{array}\right| \; 4mn''(m' + n').$$

» La courbe a, à l'infini : 1° deux points multiples d'ordre $n''m'm$ aux deux points circulaires; 2° $mm'n''$ points doubles sur les tangentes de $U^{n''}$ menées des mm' points d'intersection de U_m et $U^{n'}$; 3° $2n'mn''$ points doubles sur les tangentes de $U^{n''}$ menées des points de contact θ des tangentes de $U^{n'}$ issues des deux points circulaires.

» XXI. *De chaque point* a *d'une courbe* U_m *on mène à deux courbes* U^n, $U^{n'}$ *deux tangentes* $a\theta$, $a\theta'$, *et l'on prend sur la deuxième un segment* ax *ayant avec la première un produit constant* $(ax . a\theta = \mu)$: *le lieu des points* x *est une courbe de l'ordre* $2mn''(m' + 3n')$ [VI].

$$\left.\begin{array}{llll} x, & n''mn'2 & & u \\ u, & (2m' + 4n')mn'' & [\text{I}] & x \end{array}\right| \; 2mn''(m + 3n').$$

» La courbe a, à l'infini : 1° deux points multiples d'ordre $n''mn'$, aux deux points circulaires; 2° m points multiples d'ordre $n'2n''$ aux m points de U_m; 3° $2n'mn''$ points sur les tangentes de $U^{n''}$ menées des points où les tangentes de $U^{n'}$ issues des deux points circulaires

rencontrent U_m ; 4° $mm'n''$ points doubles sur les tangentes de $U^{n''}$ menées des mm' points d'intersection de U_m et $U^{n'}$.

» XXII. *Le lieu d'un point* x *d'où l'on peut mener à deux courbes* $U^{n'}$, $U^{n''}$ *deux tangentes dont la seconde* $x\theta'$ *fasse un produit constant avec une droite menée de son point de contact à l'un des points* a *où la première rencontre une courbe* $U_m(x\theta'.\theta' a = \mu)$, *est une courbe de l'ordre* $2mn'(m''+n'')$ [VII].

$$\begin{array}{lll|l} x, & n''2mn' & u & \\ u, & n'm2(m''+n'')\ [\text{II}] & x & 2mn'(m''+2n''). \end{array}$$

» Il y a $2mn'n''$ solutions étrangères dues aux points x situés sur les tangentes de $U^{n''}$ issues des deux points circulaires. Il reste $2mn'(m''+n'')$.

» La courbe a, à l'infini : 1° deux points multiples d'ordre $n'mn''$ aux deux points circulaires; 2° m'' points multiples d'ordre $2n'm$ aux m'' points de $U^{n''}$.

» XXIII. *On mène de chaque point* a *d'une courbe* U_m *les tangentes* $a\theta$ *d'une courbe* $U^{n'}$, *et de leurs points de contact les tangentes* $\theta\theta'$ *d'une courbe* $U^{n''}$, *sur lesquelles on prend les deux segments* θx, *qui font avec la tangente* $a\theta$ *un produit constant,* $(\theta x.\theta a = \mu)$: *le lieu des points* x *est une courbe de l'ordre* $2mn''(2m'+n')$ [VIII].

$$\begin{array}{lll|l} x, & n''m'm2 & u & \\ u, & 2(m'+n')mn''' & x & 2mn''(2m'+n'). \end{array}$$

» La courbe a, à l'infini : 1° deux points multiples d'ordre $n''m(m'+n')$ aux deux points circulaires; 2° m' points multiples d'ordre $m2n''$ aux m' points de $U^{n'}$.

» Chaque point multiple d'ordre $n''m(m'+n')$ en un point circulaire est formé de deux points multiples coïncidants, l'un, d'ordre $n''m'm$, dû aux tangentes de $U^{n''}$ issues du point circulaire, et l'autre, d'ordre $n'n''m$, dû aux tangentes de $U^{n'}$ issues du même point circulaire.

» XXIV. *De chaque point* a *d'une courbe* U_m *on mène à deux courbes* $U^{n'}$, $U^{n''}$ *deux tangentes* $a\theta$, $a\theta'$, *et l'on prend sur la première deux segments* θx *dont chacun fait avec la seconde* $a\theta'$ *un produit constant* $(\theta x.a\theta' = \mu)$: *le lieu des points* x *est une courbe de l'ordre* $2m(m'n''+m''n'+2n'n'')$ [IX].

$$\begin{array}{lll|l} x, & m'mn''2 & u & \\ u, & 2(m'n''+m''n'+n'n'')\ [\text{III}] & x & .\ \text{Donc, etc.} \end{array}$$

» Autrement :

$$\begin{array}{lll|l} a, & n'(2m''+2n'')m & \alpha & \\ \alpha, & n''(2m'+2n')m & a & 2m(m'n''+m''n'+2n'n''). \end{array}$$

» La courbe a, à l'infini : 1° deux points multiples d'ordre $n'mn''$ aux deux points cir-

culaires; 2° $mm''n'$ points doubles sur les tangentes de $U^{n'}$ menées des mm'' points d'intersection de U_m et $U^{n''}$; 3° $2n''mn'$ points simples sur les tangentes de $U^{n'}$ menées des points où les tangentes de $U^{n'}$ issues des deux points circulaires rencontrent U_m; 4° m' points multiples d'ordre $2mn''$ situés aux m' points de $U^{n'}$.

» XXV. *On mène de chaque point* a *d'une courbe* U_m *une tangente* $a\theta$ *d'une courbe* $U^{n'}$, *et du point de contact* θ *une tangente* $\theta\theta'$ *d'une courbe* $U^{n''}$, *puis on prend sur cette tangente les deux segments* $\theta'x$ *faisant chacun avec la tangente* $a\theta$ *un produit constant* ($a\theta.\theta'x = \mu$) : *le lieu des points* x *est une courbe de l'ordre* $2m(m'm'' + m'n'' + n'n'')$ [X].

$$\begin{array}{lll|l} a, & n'n''2m & \alpha & \\ \alpha, & 2(m''+2n'')m'm\ [\text{IX}] & a & 2m(m'm''+m'n''+n'n''). \end{array}$$

» La courbe a, à l'infini : 1° deux points multiples d'ordre $n''m'm$ aux deux points circulaires; 2° m'' points multiples d'ordre $2m'm$ aux m'' points θ' de $U^{n''}$; 3° $2n'mn''$ points sur les tangentes de $U^{n''}$ menées des points où les tangentes de $U^{n'}$ issues des deux points circulaires rencontrent U_m.

» XXVI. *De chaque point* a *d'une courbe* U_m *on mène à deux courbes* $U^{n'}$, $U^{n''}$ *deux tangentes* $a\theta$, $a\theta'$, *et l'on prend sur la seconde* $a\theta'$ *un point* x, *d'où l'on mène à une courbe* $U^{n'''}$ *les tangentes* $x\theta''$, *faisant chacune avec la tangente* $a\theta$ *un produit constant* ($x\theta''.a\theta = \mu$) : *le lieu de ces points* x *est une courbe de l'ordre* $2mn''(m'm''' + m'n''' + 2n'n''')$ [XI].

$$\begin{array}{lll|l} x, & n''mn'(2m'''+2n''') & u & \\ u, & n'''(2m'+2n')mn'' & x & 2m'n''(m'm'''+m'n'''+2n'n'''). \end{array}$$

» Autrement :

$$\begin{array}{lll|l} a, & n'(2m'''+2n''')n''m & \alpha & \\ \alpha, & n''n'''(2m'+2n')m & a & \text{. Donc, etc.} \end{array}$$

» La courbe a, à l'infini : 1° deux points multiples d'ordre $n''mn'2n'''$, aux deux points circulaires de l'infini; 2° m''' points multiples d'ordre $2n''mn'$ aux points de $U^{n'''}$; 3° $mm'n''$ points multiples d'ordre $2n'''$ sur les $mm'n''$ tangentes de $U^{n''}$ menées des mm' points d'intersection de U_m et $U^{n'}$.

» XXVII. *On mène de chaque point* a *d'une courbe* U_m *une tangente* $a\theta$ *à une courbe* $U^{n'}$, *et du point de contact une tangente* $\theta\theta'$ *à une courbe* $U^{n''}$; *sur celle-ci on prend un point* x *tel, qu'une tangente* $x\theta''$ *menée de ce point à une courbe* $U^{n'''}$ *ait un produit constant avec la première tangente* $a\theta$, ($a\theta.x\theta'' = \mu$) : *le lieu de ce point* x *est une courbe de l'ordre* $2mn''(m'm''' + 2m'n''' + n'n''')$.

$$\begin{array}{lll|l} x, & n''m'm(2m'''+2n''') & u & \\ u, & n'''(2m'+2n')mn'' & x & 2mn''(m'm'''+2m'n'''+n'n''')\ [\text{XII}]. \end{array}$$

» Autrement :

$$\begin{array}{lll} a, & n'n''n'''2m & \alpha \\ \alpha, & 2mn''(m'''+2n''')\,[\mathrm{XI}] & a \end{array} \Bigg| \; 2mn''(m'm'''+2n'n'''+n'n'''.$$

» La courbe a, à l'infini : 1° deux points multiples d'ordre $n''m'mn'''$ aux deux points circulaires; 2° $mm'n''$ points multiples d'ordre $2n'''$ sur les tangentes de $U^{n''}$ menées des mm' points d'intersection de U_m et $U^{n'}$; 3° $2n'mn''n'''$ points sur les tangentes de $U^{n''}$ menées des points de contact des tangentes de $U^{n'}$ issues des deux points circulaires; 4° m''' points multiples d'ordre $2n''m'm$ aux m''' points de $U^{n'''}$.

» Les théorèmes suivants vont être une généralisation de quelques propriétés des courbes, qui s'expriment en rayons vecteurs émanés d'un point fixe. On substitue au point fixe une courbe $U^{n'}$; et les rayons vecteurs deviennent des segments comptés sur les tangentes de cette courbe à partir de leur point de contact.

» XXVIII. *La tangente de chaque point θ d'une courbe $U^{n'}$ rencontre une courbe U_m en* m *points* a; *si l'on prend sur cette tangente les segments* θx *qui ont chacun avec un segment* θa *un produit constant* (θa.θx $= \mu$), *le lieu des points* x *est une courbe de l'ordre* $2\mathrm{m}(\mathrm{m}'+\mathrm{n}')$.

$$\begin{array}{lll} x, & n'm2 & x \\ u, & 2(m'+n')m\,[\mathrm{II}] & u \end{array} \Bigg| \; 2m(m'+2n').$$

» Il y a $2mn'$ solutions étrangères dues aux points x qui se trouvent sur les tangentes de $U^{n'}$ issues des deux points circulaires de l'infini. Il reste $2m(m'+n')$. Donc, etc.

» La courbe a, à l'infini : 1° deux points multiples d'ordre $n'm$ aux deux points circulaires; 2° m' points multiples d'ordre m aux m' points de $U^{n'}$; 3° mm' points sur les tangentes de $U^{n'}$ en ses mm' points d'intersection avec U_m.

» Lorsque $U^{n'}$ se réduit à un point, $m'=0$, $n'=1$, et la courbe est d'ordre $2m$.

» Le théorème général exprime donc une généralisation de la transformation *par rayons vecteurs réciproques*.

» XXIX. *La tangente de chaque point θ d'une courbe $U^{n'}$ rencontre une courbe U_m en* m *points* a; *si l'on prend sur cette tangente les segments* xa *faisant chacun avec le segment* xθ *un produit constant*, (xa.x$\theta = \mu$), *le lieu des points* x *est une courbe de l'ordre* $2\mathrm{m}(\mathrm{m}'+2\mathrm{n}')$.

$$\begin{array}{lll} x, & n'm2 & u \\ u, & 2m(m'+n')\,[\mathrm{XXIV}] & x \end{array} \Bigg| \; 2m(m'+3n').$$

» Il y a $2mn'$ solutions étrangères, dues aux points x de L situés sur

les tangentes de $U^{n'}$ issues des deux points circulaires de l'infini. Il reste $2m(m'+2n')$.

» La courbe a, à l'infini : 1° deux points multiples d'ordre mn' aux deux points circulaires; 2° m points multiples d'ordre $2n'$ aux m points de U_m; 3° m' points multiples d'ordre $2m$ aux m' points de $U^{n'}$.

» XXX. *La tangente de chaque point* θ *d'une courbe* $U^{n'}$ *rencontre une courbe* U_m *en* m *points* a; *on prend sur cette tangente les segments* ax *ayant chacun avec le segment* aθ *un produit constant,* $(\mathrm{ax}.\mathrm{a}\theta = \mu)$: *le lieu des points* x *est une courbe de l'ordre* $2\mathrm{m}(\mathrm{m}'+2\mathrm{n}')$.

$$\left.\begin{array}{lll} x, & n'm2 & u \\ u, & (2m'+4n')m\ [\mathrm{I}] & x \end{array}\right| 2m(m'+3n').$$

» Il y a $2mn'$ solutions étrangères, dues aux points x de L situés sur les tangentes de $U^{n'}$ issues des deux points circulaires. Il reste $2m(m'+2n')$.

» La courbe a, à l'infini : 1° deux points multiples d'ordre $n'm$ aux deux points circulaires; 2° m points multiples d'ordre $2n'$ aux m points de U_m; 3° mm' points doubles sur les tangentes de $U^{n'}$ en ses mm' points d'intersection avec U_m.

» XXXI. *La tangente en chaque point* θ *d'une courbe* $U^{n'}$ *rencontre deux courbes* U_m, U_{m_1} *en des points* a, a$_1$; *on prend sur la tangente les deux segments* θx *dont chacun fait avec un segment* aa$_1$ *un produit constant* $(\theta\mathrm{x}.\ \mathrm{aa}_1 = \mu)$: *le lieu des points* x *est une courbe de l'ordre* $2\mathrm{mm}_1(\mathrm{m}'+2\mathrm{n}')$.

$$\left.\begin{array}{lll} x, & n'mm_1 2 & u \\ u, & 2m(m'+2m')m_1\ \ [\mathrm{V}] & x \end{array}\right| 2mm_1(m'+3n').$$

» Il y a $2mm_1n'$ solutions étrangères dues aux points x de L qui se trouvent sur les tangentes de $U^{n'}$ issues des deux points circulaires de l'infini. Il reste $2mm_1(m'+2n')$.

» La courbe a, à l'infini : 1° deux points multiples d'ordre $n'mm_1$ aux deux points circulaires; 2° mm_1n' points doubles sur les tangentes de $U^{n'}$ menées des mm_1 points d'intersection des deux courbes U_m, U_{m^1}; 3° m' points multiples d'ordre $2mm_1$ aux m' points θ de $U^{n'}$.

» XXXII. *Le lieu d'un point* x *d'où l'on mène à une courbe* $U^{n'}$ *une tangente* xθ *qui rencontre deux courbes* U_m, U_{m_1} *en des points* a, a$_1$ *tels, que le produit des segments* θa, xa$_1$ *soit constant, est une courbe de l'ordre* $2mm_1(m'+2n')$.

$$\left.\begin{array}{lll} x, & n'mm_1 2 & u \\ u, & 2m(m'+2n')m_1\ [\mathrm{IX}] & x \end{array}\right| 2mm_1(m'+3n').$$

» Il y a $2n'mm_1$ solutions étrangères dues aux points x de L qui

trouvent sur les tangentes de $U^{n'}$ issues des deux points circulaires de l'infini. Il reste $2mm_1(m'+2n')$. Donc, etc.

» La courbe a, à l'infini : 1° deux points multiples d'ordre $n'mm_1$ aux deux points circulaires; 2° m_1 points multiples d'ordre $2n'm$ aux m_1 points de U_{m_1}; 3° mm' points multiples d'ordre $2m_1$ sur les tangentes de $U^{n'}$ aux mm' points d'intersection de cette courbe et de U_m.

» Le théorème se peut conclure comme réciproque du précédent.

» XXXIII. Je prends un autre exemple dans la théorie des systèmes de courbes exprimés par les deux caractéristiques (μ, ν).

» *On a une courbe* U_m, *une courbe* $U^{n'}$, *et un système* (μ, ν) *de courbes* U_{m_1}; *par chaque point* a *de* U_m *passent* μ *courbes* U_{m_1}, *qui coupent chaque tangente de* $U^{n'}$ *menée du point* a *en* $\mu(m_1-1)$ *points* x : *le lieu de ces points est une courbe de l'ordre* $\mu n'm(2m_1-1)$.

$$\left.\begin{array}{lll} x, & \mu m_1 mn' & u \\ u, & n'm\mu m_1 & x \end{array}\right| 2\mu mm_1 n'.$$

» Il y a $m\mu n'$ solutions étrangères dues aux m points x de L situés sur U_m. Il reste $\mu n'm(2m_1-1)$. Donc, etc.

» Lorsque $U^{n'}$ est un point O, $n'=1$, et l'on reconnaît immédiatement que la courbe a en O un point multiple d'ordre $\mu n'mm_1$ et $\mu n'm(m_1-1)$ points sur une droite passant par ce point; ce qui fait $\mu n'm(2m_1-1)$ sur cette droite. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Note sur le développement de* $\cos mx$ *et* $\sin mx$, *suivant les puissances de* $\sin x$; par M. **Yvon Villarceau**.

« Les procédés en usage pour effectuer le développement de $\cos mx$ et $\sin mx$ suivant les puissances de $\sin x$ sont compliqués, tandis que les résultats sont fort simples. On peut dès lors supposer, d'après une remarque de Lamé, qu'il existe un mode d'opérer, dont le degré de simplicité soit conforme à celui du résultat. Les analystes trouveront sans doute que celui que nous allons exposer laisse peu à désirer du côté de la simplicité.

» Le multiplicateur m, conformément à l'usage, est supposé un nombre entier.

» 1° *Développement de* $\cos mx$. — Cette fonction étant paire et se réduisant à l'unité quand la variable x est nulle, on peut poser

$$(1) \qquad \cos mx = 1 + A_2 \sin^2 x + A_4 \sin^4 x + A_6 \sin^6 x + \ldots$$

Différentions deux fois cette équation, il viendra

$$-m\sin mx = (2A_2\sin x + 4A_4\sin^3 x + 6A_6\sin^5 x + \ldots)\cos x,$$
$$-m^2\cos mx = (2A_2 + 3.4A_4\sin^2 x + 5.6A_6\sin^4 x + \ldots)\cos^2 x$$
$$- (2A_2\sin^2 x + 4A_4\sin^4 x + 6A_6\sin^6 x + \ldots).$$

Remplaçons, dans cette dernière, $\cos^2 x$ par $1 - \sin^2 x$, nous aurons

$$-m^2\cos mx = 2A_2 + \left.\begin{matrix}3.4A_4\\ -2^2A_2\end{matrix}\right|\sin^2 x + \left.\begin{matrix}5.6A_6\\ -4^2A_4\end{matrix}\right|\sin^4 x + \left.\begin{matrix}7.8A_8\\ -6^2A_6\end{matrix}\right|\sin^6 x + \ldots$$

Si maintenant nous multiplions par m^2 le développement (1) et que nous ajoutions membre à membre, avec l'équation que nous venons de former, nous aurons

$$0 = m^2 + 2A_2 + [3.4A_4 + (m^2 - 2^2)A_2]\sin^2 x$$
$$+ [5.6A_6 + (m^2 - 4^2)A_4]\sin^4 x + [7.8A_8 + (m^2 - 6^2)A_6]\sin^6 x + \ldots$$

» En égalant à zéro les coefficients des diverses puissances de $\sin x$ et tirant ensuite les valeurs des inconnues, on obtient immédiatement

$$(2)\quad \left\{\begin{aligned} &A_2 = -\frac{m^2}{2},\quad A_4 = +\frac{m^2(m^2-2^2)}{2.3.4},\quad A_6 = -\frac{m^2(m^2-2^2)(m^2-4^2)}{2.3.4.5.6},\\ &A_8 = +\frac{m^2(m^2-2^2)(m^2-4^2)(m^2-6^2)}{2.3.4.5.6.7.8}\ldots\end{aligned}\right.$$

» 2° *Développement de* $\sin mx$. — Cette fonction étant impaire et s'annulant avec x, on peut poser

$$(3)\qquad \sin mx = B_1\sin x + B_3\sin^3 x + B_5\sin^5 x + B_7\sin^7 x + \ldots;$$

d'où, en différentiant deux fois,

$$(4)\quad \left\{\begin{aligned} m\cos mx &= (B_1 + 3B_3\sin^2 x + 5B_5\sin^4 x + 7B_7\sin^6 x + \ldots)\cos x,\\ -m^2\sin mx &= (2.3B_3\sin x + 4.5B_5\sin^3 x + 6.7B_7\sin^5 x + \ldots)\cos^2 x\\ &\quad - (B_1\sin x + 3^2.B_3\sin^3 x + 5^2.B_5\sin^5 x + \ldots).\end{aligned}\right.$$

Remplaçant $\cos^2 x$ par $1 - \sin^2 x$, cette expression devient

$$-m^2\sin mx = (2.3B_3 - B_1)\sin x + (4.5B_5 - 3^2B_3)\sin^3 x$$
$$+ (6.7B_7 - 5^2B_5)\sin^5 x + \ldots;$$

multipliant (3) par m^2 et ajoutant membre à membre avec l'équation que l'on vient d'écrire, il vient

$$(5)\quad \left\{\begin{aligned} 0 &= [2.3B_3 + (m^2 - 1^2)B_1]\sin x + [4.5B_5 + (m^2 - 3^2)B_3]\sin^3 x\\ &\quad + [6.7B_7 + (m^2 - 5^2)B_5]\sin^5 x + \ldots\end{aligned}\right.$$

» Pour déduire de cette identité les valeurs des coefficients qu'elle renferme, il est nécessaire de connaître B_1; or, si l'on fait dans (4) $x = 0$, il vient $m = B_1$.

» Au moyen de cette valeur, l'identité (5) conduit aux déterminations suivantes :

$$(6)\quad \begin{cases} B_1 = m, \quad B_3 = -\dfrac{m(m^2-1^2)}{2.3}, \quad B_5 = +\dfrac{m(m^2-1^2)(m^2-3^2)}{2.3.4.5}, \\ \qquad B_7 = -\dfrac{m(m^2-1^2)(m^2-3^2)(m^2-5^2)}{2.3.4.5.6.7}, \ldots \end{cases}$$

» Les développements proposés sont ainsi

$$(7)\quad \begin{cases} \cos mx = \dfrac{1}{1} - \dfrac{m^2}{1.2}\sin^2 x + \dfrac{m^2(m^2-2^2)}{1.2.3.4}\sin^4 x \\ \qquad - \dfrac{m^2(m^2-2^2)(m^2-4^2)}{1.2.3.4.5.6}\sin^6 x \\ \qquad + \dfrac{m(m^2-2^2)(m^2-4^2)(m^2-6^2)}{1.2.3.4.5.6.7.8}\sin^8 x + \ldots \\ \sin mx = \dfrac{m}{1}\sin x - \dfrac{m(m^2-1^2)}{1.2.3}\sin^3 x + \dfrac{m(m^2-1^2)(m^2-3^2)}{1.2.3.4.5}\sin^5 x \\ \qquad - \dfrac{m(m^2-1^2)(m^2-3^2)(m^2-5^2)}{1.2.3.4.5.6.7}\sin^7 x + \ldots \end{cases}$$

» En procédant de la même manière, à l'égard des fonctions hyperboliques, on aurait

$$(8)\quad \begin{cases} \mathfrak{Cos}\, mx = \dfrac{1}{1} + \dfrac{m^2}{1.2}\mathfrak{Sin}^2 x + \dfrac{m^2(m^2-2^2)}{1.2.3.4}\mathfrak{Sin}^4 x \\ \qquad + \dfrac{m^2(m^2-2^2)(m^2-4^2)}{1.2.3.4.5.6}\mathfrak{Sin}^6 x + \ldots, \\ \mathfrak{Sin}\, mx = \dfrac{m}{1}\mathfrak{Sin}\, x + \dfrac{m(m^2-1^2)}{1.2.3}\mathfrak{Sin}^3 x + \dfrac{m(m^2-1^2)(m^2-3^2)}{1.2.3.4.5}\mathfrak{Sin}^5 x \\ \qquad + \dfrac{m(m^2-1^2)(m^2-3^2)(m^2-5^2)}{1.2.3.4.5.6.7}\mathfrak{Sin}^7 x + \ldots \end{cases}$$

» Au reste, l'un des systèmes (7) et (8) peut se déduire de l'autre, en ayant égard aux relations entre les fonctions circulaires et hyperboliques correspondantes de deux variables x et $x\sqrt{-1}$.

» Les développements des cosinus ne se réduisent à un nombre limité de termes que si m est pair; ceux des sinus ne sont limités que dans le cas de m impair : néanmoins les séries qui donnent $\overset{\cos}{\underset{\sin}{}} mx$ sont convergentes quel que soit l'entier m; les séries $\overset{\mathfrak{Cos}}{\underset{\mathfrak{Sin}}{}} mx$ ne sont convergentes que pour des valeurs de $\mathfrak{Sin}^2 x < 1$. »

PHYSIQUE. — *Sur le maximum de la puissance répulsive possible des rayons solaires.* Note de M. G.-A. HIRN.

« L'attention du monde scientifique entier a été attirée, dans ces derniers temps, sur les phénomènes singuliers étudiés par M. Crookes avec le radiomètre. La conclusion qui s'est présentée à l'esprit de beaucoup de personnes, c'est que ces phénomènes relèvent d'une action impulsive des rayons lumineux, et qu'il est ainsi bien démontré enfin que la lumière est un mouvement de la matière pondérable. Toutefois, les phénomènes découverts par M. Crookes n'ont pas tardé à être élucidés, sinon déjà dans leur cause, du moins dans leur forme et dans leur point de départ. L'ingénieuse contre-épreuve à laquelle M. Arthur Schuster les a soumis met en effet hors de doute que ce n'est nullement l'action directe des rayons émanés de la source lumineuse qui détermine le mouvement des ailettes du radiomètre, mais que la puissance répulsive ici en jeu a son siége dans les parois mêmes du vase diaphane servant d'enveloppe au moulinet, et que cette puissance est éveillée par le faisceau de lumière dirigé sur l'appareil. Comme l'explication réelle de l'ensemble des phénomènes n'a pas encore été donnée et que l'hypothèse de la matérialité et de la force impulsive de la lumière ne sera probablement pas abandonnée de sitôt, j'ai cru utile de soumettre encore cette hypothèse à l'épreuve de la *méthode d'élimination successive*.

» Dans la théorie de l'émission, les phénomènes de la lumière et de la chaleur rayonnante sont attribués à des particules réellement projetées avec des vitesses variables, par les corps lumineux ou chauds. Les raisonnements sur lesquels repose la réfutation de cette doctrine nous conduisent à des conséquences importantes. C'est ce qu'on va voir immédiatement.

» Dans la conception de Newton, ce ne sont point les particules lancées par les corps lumineux ou chauds qui produisent en nous les sensations de lumière et de chaleur; ces sensations seraient dues aux vibrations de l'éther excitées par ces particules en mouvement. D'après le principe de l'équivalence des forces, il est évident que la dépense de force totale que représentent les particules lancées par un corps chaud dans l'unité de temps équivaut intégralement au travail mécanique total que peut produire aussi dans l'unité de temps la chaleur éveillée dans un corps par le choc de ces particules. Si nous désignons par Q la quantité de chaleur développée dans l'unité de temps par une radiation calorifique frappant norma-

lement un corps de 1 mètre carré de surface, on a

$$\left(\frac{\mu V^2}{2}\right) = Q425 = F,$$

μ étant la masse totale des particules qui, dans l'unité de temps, frappent le corps. Il est de plus très-clair que, dans cette hypothèse aussi, le choc des μ doit produire sur les corps opaques une pression, une tendance au recul, une *répulsion* en un mot. Cette pression est facile à déterminer.

» La vitesse moyenne des particules lumineuses et calorifiques étant V, on a en effet

$$p = \frac{F}{V},$$

pour l'expression de l'effort moteur, de la pression totale, de la répulsion qu'exercent la lumière et la chaleur *matérialisées* par hypothèse, sur un plan de 1 mètre carré, si les particules μ sont absorbées en totalité; et

$$p = \frac{2F}{V},$$

pour la même expression, si les μ sont réfléchis en totalité.

» Donnons de suite une application numérique de cette équation. Prenons pour exemple la radiation solaire. D'après l'ensemble des expériences les mieux faites, 1 kilogramme d'eau exposée au rayonnement solaire, sur une surface de 1 mètre carré, s'échauffe par seconde de

$$\frac{17^{\circ},630}{60''} = 0^{\circ},293833,$$

ou reçoit $0^{cal},293833$; ce qui répond à un travail de

$$425.1.0^{\circ},293833 = 0^{cal},293833.425 = 124^{kgm},8792$$

par seconde.

» La pression par mètre carré serait

$$p = 124,8792 : 300400000 = 0^{gr},0004157,$$

pour une surface noire, et $0^{gr},0008314$ pour une surface parfaitement réfléchissante, soit un peu plus de 4 et de 8 dixièmes de milligramme.

» Voici maintenant où et comment intervient ce que j'ai appelé plus haut la *méthode d'élimination successive*.

» Dans la théorie de l'émission, *toute* la puissance motrice de la chaleur est représentée par $\left(\frac{\mu V^2}{2}\right)$. La pression, l'effort moteur $\left(\frac{F}{V}\right)$ ou $\left(\frac{2F}{V}\right)$ *est, par suite, un maximum*. Étant, quant à la radiation solaire par exemple, ad-

mis comme correct l'échauffement $0^{cal},293833$ produit, par mètre carré, à la surface de la Terre, les deux pressions $0^{gr},0004157$ et $0^{gr},0008314$ *sont nécessairement les plus grandes possibles,* pour une surface parfaitement absorbante ou parfaitement réfléchissante; en toute hypothèse, attribuant les phénomènes de chaleur et de lumière à des mouvements de la matière pondérable. Dans l'un des derniers *Comptes rendus,* M. Ledieu, admettant que la lumière est un mouvement vibratoire de la matière, a très-bien montré comment ce genre de mouvement peut déterminer la répulsion d'une plaque librement suspendue et exposée au rayonnement; mais ce qui est bien clair, c'est que, quelle que soit l'espèce de mouvement auquel on recourt, cette répulsion pourra *tout au plus* égaler, et ne pourra jamais surpasser $\left(\frac{F}{V}, \frac{2F}{V}\right)$.

» Si donc une expérience quelconque, faite avec le radiomètre ou tout autre instrument, vient à donner, pour la répulsion solaire, par exemple, une valeur supérieure à $0^{gr},0004157$ ou $0^{gr},0008314$, nous devrons forcément en conclure que cette répulsion ne relève nullement d'une impulsion directe; et les expressions de densité, de masse, etc., de la lumière, employées à titre d'explication, devront être rejetées.

» M. Crookes, si je ne fais erreur, a évalué à 1 gramme par mètre carré de surface la répulsion apparente exercée par les rayons solaires. Cette pression est plus de mille fois supérieure à la valeur maxima possible pour les corps réflecteurs, et plus de deux mille fois supérieure à la valeur maxima possible pour les corps absorbants. Nous pouvons donc affirmer que les phénomènes que nous a fait connaître M. Crookes ne relèvent en rien d'un effet d'impulsion de la lumière, et n'impliquent en rien l'idée de masse, de densité, quant à la lumière et à la chaleur rayonnante.

» Ainsi que l'ont montré M. Faye d'abord, et puis M. Roche, l'ensemble des phénomènes cométaires s'explique très-bien par l'intervention d'une puissance répulsive très-faible, quelle qu'en soit d'ailleurs la nature, due à la radiation du Soleil et combinée avec l'attraction de cet astre; personne, si je ne me trompe, n'a même su correctement expliquer ces phénomènes autrement. L'existence d'une telle répulsion toutefois ne prouve pas le moins du monde que la lumière et la chaleur soient des mouvements de la matière pondérable. Les hypothèses explicatives que l'on propose aujourd'hui si généralement quant aux répulsions ou aux attractions électriques, magnétiques, calorifiques, et quant à la cause de la pesanteur elle-même, ne satisfont l'esprit que sous une face et qu'à la condition

qu'on laisse soigneusement dans l'ombre les faits très-nombreux qui les réfutent.

» Quelque interprétation qu'on adopte, quant aux phénomènes des impondérables de l'ancienne Physique, toutes les fois qu'on voudra traduire ces phénomènes sous forme mathématique, on sera obligé d'introduire dans les équations le principe de l'équivalence des forces et de la conservation du travail.

» Lorsqu'il s'agira, par exemple, de l'action de la chaleur solaire par mètre carré et par seconde à la surface de la Terre, l'égalité numérique *indestructible*

$$\left(\frac{\mu V^2}{2}\right) = F = \int e\,dx + c$$

figurera nécessairement dans les équations. Le calcul donnera toujours pour ρ la même valeur maxima, en toute hypothèse sur la nature de la chaleur, et ce serait s'abuser étrangement que de conclure de là à la *réalité physique* du terme $\left(\frac{\mu V^2}{2}\right)$.

» La valeur maxima, que nous avons déterminée quant à l'action du Soleil, prise comme point de départ, est en somme extrêmement faible. C'est ce qui explique l'insuccès des tentatives très-nombreuses qui ont été faites jusqu'ici pour constater cette répulsion; c'est ce qui explique aussi les fausses conclusions qu'on a tirées à plusieurs reprises des résultats apparents donnés par certaines expériences. Applique-t-on à cette constatation des instruments trop peu sensibles, les résultats sont nuls; y applique-t-on des appareils d'une haute sensibilité, de nombreuses causes de troubles interviennent, et toute conclusion devient impossible.

» Je ne rappellerai ici que deux de ces causes.

» 1° Quelque bien qu'on prétende aujourd'hui faire le vide dans le vase où l'on place le radiomètre ou la balance de torsion, il y reste pourtant des quantités *relativement énormes* de gaz ou de vapeur. La pression maxima que peut exercer la radiation solaire sur 1 mètre carré de surface absorbante est $0^{gr},0004157$; supposons que les plaques du radiomètre ou de la balance de torsion aient 10 centimètres carrés, la pression maxima sur ces plaques sera $0^{gr},000004157$ ou un peu plus de $\frac{4}{1000000}$ de gramme.

» La plus petite agitation de la petite quantité de gaz restant dans l'appareil produira sur le radiomètre des pressions comparables à celle-ci.

» 2° Quelque diaphane que soit l'enveloppe du radiomètre, elle absorbe pourtant une partie des rayons calorifiques ou lumineux : l'une de ses faces

s'échauffe plus vite que l'autre. Cette inégalité de température y détermine nécessairement la polarité électrique, ou la manifestation de l'électricité statique. Le vide, dit-on, est tellement bien fait dans l'appareil que l'étincelle électrique ne le traverse plus. Mais les attractions ou répulsions électriques traversent ce vide. Si faible que soit cette cause d'attraction ou de répulsion, elle peut cependant avoir une valeur considérable par rapport à notre maxima 0^{gr},0000004157.

» Ces remarques montrent combien une démonstration expérimentale correcte de la répulsion calorifique est délicate à produire. »

PHYSIQUE. — *Nouvelles considérations expérimentales sur le radiomètre de M.* Crookes. Note de M. **A. Ledieu.**

« Depuis mes dernières Communications à l'Académie sur le radiomètre de M. Crookes, je n'ai pas cessé d'étudier les nombreuses expériences auxquelles on a soumis et auxquelles on continue à soumettre l'instrument, tant en France qu'à l'étranger.

» Ces expériences tendent à devenir de moins en moins favorables à la théorie de l'appareil basée sur les mouvements des gaz et des vapeurs restés à l'intérieur de l'ampoule, après qu'on y a fait le vide. Cette théorie, on le sait, se subdivise elle-même en diverses doctrines, dont l'exposé très-complet et très-lucide vient d'être donné par M. Bertin, dans le numéro de juin des *Annales de Chimie et de Physique*. L'objection capitale que les mécaniciens opposent à ces différentes explications, c'est qu'elles se réduisent toutes à admettre que le tourniquet n'est, en définitive, qu'un appareil à réaction. Or dans ces sortes d'appareils, eu égard à l'impossibilité pour la force motrice de s'engendrer rapidement avec une constance suffisante d'intensité, il ne se produit jamais que des rotations accompagnées de ralentissements et de soubresauts, ce qui est loin d'être conciliable avec la parfaite régularité du radiomètre. Par ailleurs, la théorie en question exige expressément qu'il n'y ait jamais équilibre de température entre les gaz de l'ampoule et les palettes du tourniquet. Mais comment admettre que, dans tout essai, cet équilibre ne s'établisse pas à la longue. Dès lors, la rotation devrait finir par s'arrêter, au lieu de se maintenir indéfiniment à la même vitesse.

» Voici, du reste, de nouvelles expériences qui paraissent difficiles à expliquer par les mouvements des gaz à l'intérieur de l'ampoule :

» 1° On chauffe l'instrument presque jusqu'au rouge; le moulinet se

met à tourner; mais sa rotation s'accélère sensiblement par la présence momentanée d'une simple flamme, qui vient joindre son action à celle de la chaleur *rayonnante*. Cette expérience est de M. Alvergniat.

» 2° Dans notre Communication du 8 juin, nous avons annoncé que nous avions fait construire un appareil avec palettes à faces exclusivement polies, et nous avons cité une expérience faite sur cet appareil. Depuis lors, M. Bertin a complétement élargi notre expérience et a renouvelé devant nous ses nouveaux essais. On obtient une rotation complète, ininterrompue et aussi franche et rapide qu'avec un radiomètre ordinaire exposé en pleine lumière, en faisant tomber un faisceau de rayons solaires sur un seul des deux hémisphères de l'ampoule. En outre, le mouvement a bien lieu, conformément à nos prévisions, comme si la lumière repoussait les palettes attaquées; et l'on ne parvient jamais à obtenir un mouvement en sens contraire.

» 3° M. Bertin a encore essayé devant nous trois nouveaux types de radiomètres : l'un possède huit palettes inclinées d'un même côté, sous un angle de 45 degrés, par rapport à l'axe vertical du tourniquet. Toutes les palettes sont en mica, et ont leurs deux faces noircies. En faisant arriver, suivant une direction horizontale, de la lumière exclusivement dans l'hémisphère supérieur, ou dans l'hémisphère inférieur, on obtient une rotation rapide et franche, qui se produit sans cesse dans le sens correspondant à une répulsion apparente des faces frappées.

» Dans le second des types en question, les quatre palettes verticales habituelles, toujours en mica, ont une de leurs faces recouverte d'une feuille très-mince de laiton. La rotation s'opère là dans les mêmes conditions que d'habitude, le sens ayant lieu comme si le laiton était repoussé. Toutefois, le mouvement est ici incomparablement plus rapide qu'avec tout autre type, et, naturellement, il se perpétue beaucoup plus longtemps, après qu'on a soustrait l'appareil à la cause motrice.

» Enfin, le troisième type sus-mentionné possède des palettes en mica ayant une face recouverte d'une couche d'aluminium et l'autre face noircie. La rotation s'exécute comme si cette dernière face était repoussée. Cet instrument offre de particulier, par rapport à tous les autres types, la production d'un mouvement rétrograde très-vif et d'une durée importante, après que l'instrument a été soustrait à la cause motrice du mouvement primitif. On est porté à penser qu'il existe ici un échange très-actif de radiations entre la matière des palettes et le milieu ambiant, jusqu'à ce que l'équilibre de température ait été complétement établi avec ce milieu.

» En somme, les ingénieurs, les fabricants et les mécaniciens, qui suivent de près toutes les péripéties du jeu des divers types de radiomètres, inclinent de plus en plus en faveur d'une théorie basée sur la *radiation lumineuse* ou *calorifique;* et, lorsqu'on veut leur imposer une autre doctrine, le mot de Galilée échappe en quelque sorte de leurs lèvres, en faveur de la radiation.

» Notre manière de voir à cet égard a été exposée *in extenso* dans les *Comptes rendus* des 28 mai, 5 et 12 juin. Elle repose, si l'on s'en souvient, sur une action mécanique de l'éther *perpendiculaire* à la direction des rayons de propagation, et non dans le sens même de ces rayons. Jusqu'à nouvel ordre, elle paraît aux praticiens l'explication la plus rationnelle, ou, pour parler avec plus de réserve, l'explication la moins inacceptable. Elle est, en effet, corroborée par la plupart des expériences qui ont été entreprises exprès pour la vérifier. De plus elle ne se trouve en contradiction flagrante avec aucun des autres essais auxquels elle ne s'associe pas d'emblée. Enfin, elle est de nature à calmer les légitimes inquiétudes des partisans du système des ondulations, inquiétudes dont M. Govi s'est fait l'interprète dans sa dernière Communication. Si ce physicien distingué avait été au courant de nos Notes antérieures, peut-être eût-il modifié son sentiment, ou, au moins, aurait-il émis quelque raison péremptoire pour combattre notre opinion. Sa principale préoccupation semble être qu'aucune sorte de vibration ne saurait produire de mouvement d'ensemble. Il va même, pour affirmer son idée, jusqu'à avancer qu'*il est impossible aux sons d'un instrument de musique d'entraîner une plume ou un atome de poussière dans la direction suivant laquelle ils se propagent.* Il existe sur ce sujet de nombreux travaux, notamment de M. W. Thomson, qui sont loin de donner créance à cette impossibilité. Il y a, au surplus, une expérience très-simple qui condamne absolument l'assertion dont il s'agit : elle consiste à placer la main à l'extrémité supérieure des gros tuyaux d'orgue de 32 pieds de haut ; l'énergie avec laquelle la main est secouée suffit pour trancher la question.

» Il nous reste à dire qu'en Allemagne on penche vers une explication reposant sur l'électricité. On se base pour cela sur l'expérience, également renouvelée devant nous par M. Bertin, que dans un radiomètre avec palettes à faces exclusivement polies, et où l'un des hémisphères de l'ampoule est traversé horizontalement par une étincelle électrique continue, le tourniquet prend une rotation rapide toujours à l'opposé du sens de l'étincelle, ce sens étant entendu suivant la convention habituelle. Maintenant

ira-t-on, dans cette nouvelle voie, supposer qu'il s'établit sur les palettes des courants thermo-électriques tournant sous l'action du courant terrestre. L'agencement métallique du tourniquet ne se prête guère à cette hypothèse. Au surplus, nous sommes prêt à donner une explication de ce nouveau phénomène, en harmonie avec notre manière de voir sur le mode d'action mécanique des vibrations de l'éther.

» En tout état de cause, le radiomètre de M. Crookes nous semble un instrument très-sérieux, et non un appareil paradoxal, appelé, après avoir joui d'une vogue scientifique éphémère, à tomber dans le domaine exclusif de la physique amusante. Son étude expérimentale, poursuivie sous toutes les formes, avec une infatigable persévérance, conduira certainement à des résultats considérables sur la connaissance des propriétés mécaniques de l'éther. »

HYDRAULIQUE. — *Propriétés communes aux canaux, aux rivières, et aux tuyaux de conduite à régime uniforme* (1re partie); par M. P. **Boileau**.

« 1. Je rappellerai d'abord que, d'après mes recherches antérieures, *les mouvements des fluides sont périodiques:* lorsque la section, la pente et l'alimentation d'un courant sont sensiblement constantes, la vitesse de translation de chaque molécule passe, à des intervalles égaux de temps, par des valeurs égales, et l'on peut, dans les calculs relatifs aux travaux des ingénieurs, la remplacer par celle du *moyen mouvement* que les bons instruments d'observation font connaître. C'est à ces moyens mouvements que doit être appliquée l'expression de *régime uniforme* (*); leur vitesse, que je désignerai par v, est de plus en plus grande à partir des parois d'un courant jusqu'à une file de molécules que je nommerai *filet principal*. Un courant à régime uniforme peut être regardé comme composé de *nappes* minces dont chacune est constituée de toutes les molécules ayant une même vitesse v; par suite de la continuité de l'accroissement précité, l'une de ces vitesses est égale à la vitesse moyenne U, quantité dont le produit par l'aire Ω des sections du courant mesure le volume fluide débité dans l'unité de temps; je nommerai *nappe principale* celle pour laquelle cette égalité a lieu. Dans les tuyaux

(*) Pour apprécier l'utilité pratique de l'étude de ce régime, il suffit de remarquer que c'est celui des canaux et des tuyaux de conduite bien établis, et qu'il se rencontre souvent dans les parties rectilignes ou faiblement courbes des rivières à lit érosible.

de conduite en usage, qui sont l'objet de ma précédente Note (*), les nappes liquides ont pour axe commun celui du tuyau; dans les canaux et les rivières, les plus voisines des parois leur sont également parallèles (**), mais ce parallélisme s'altère progressivement à mesure que les nappes sont plus rapprochées du filet principal, de telle manière que leur profil transversal paraît tendre à devenir circulaire (***).

» 2. Pour énoncer une cinquième notion préliminaire, considérons, dans un courant liquide, le corps limité transversalement, à un instant déterminé, par deux sections de ce courant situées à une distance quelconque l l'une de l'autre : en cet instant, le centre de gravité G du volume Ωl, et les centres de gravité particuliers s de ses nappes, sont dans un même plan P normal, comme les deux sections précitées, à la direction du courant, puis ils s'éloignent inégalement de ce plan supposé fixe : à la fin de l'unité de temps, la longueur des nappes du corps fluide considéré est, par suite de l'uniformité du régime, la même qu'au commencement, de sorte que les distances des points s au plan P sont devenues égales aux vitesses v (****); quant à celle du point G, elle a acquis une valeur x, facile à obtenir de diverses manières; si, par exemple, en ce dernier instant, on applique par rapport au même plan le théorème général des moments des centres de gravité d'un système matériel, on a, en désignant par ω l'aire de la section d'une nappe, et remarquant que, pour un liquide à régime uniforme, la densité est une constante, $\Sigma\omega v = \Omega x$; or, la somme $\Sigma\omega v$, qui comprend

(*) Voir les *Comptes rendus*, séance du 13 mars 1876.

(**) L'égalité, au moins très-approximative, des vitesses des filets en contact avec les parois, égalité que l'on peut regarder comme prouvée par de nombreux résultats d'observation, s'explique en considérant que l'action motrice de la gravité est la même pour tous, et que la résistance des parois est indépendante de la pression statique : un défaut d'uniformité dans leur rugosité, et des angles rentrants, peuvent, il est vrai, troubler cette égalité, mais les différences de vitesse qui en résultent dans le lit, ordinairement homogène, d'un même courant, sont insignifiantes.

(***) Cette tendance est vraisemblablement due à une sorte d'attraction qui résulte des différences de vitesse des nappes, comme le prouvent les phénomènes de la communication latérale du mouvement.

(****) Les bases d'amont et d'aval du corps fluide considéré sont devenues des surfaces courbes dont chacune représenterait géométriquement, en ce dernier instant, la loi de l'accroissement des vitesses v, et qui s'allongent ensuite progressivement : cette variation continue de la forme d'un système des mêmes molécules pourrait être nommée *déformation latente*.

toutes les nappes du corps considéré, est évidemment égale au volume liquide que le courant débite dans l'unité de temps, et, par conséquent, $x = U$. Ainsi, *dans tout courant liquide à régime uniforme, la vitesse de translation du centre de gravité d'un système de molécules, ayant originairement pour bases deux sections de ce courant, est égale à la vitesse effective de la nappe principale et à la vitesse moyenne du courant.*

» 3. Je comparerai maintenant entre elles les lois du décroissement du mouvement translatoire des nappes dans les tuyaux de conduite, les canaux et les rivières : celle que j'ai déterminée pour le premier de ces cas dans ma précédente Note équivaut, par suite des autres relations établies en même temps, à l'équation

$$(1) \qquad V - v = (V - w)\frac{y^n}{R^n},$$

R et y étant respectivement les rayons du tuyau et de la nappe dont la vitesse est v, V la vitesse du filet principal, et w celle de la nappe en contact avec la paroi. Quant aux canaux et rivières, je rappellerai d'abord que, dans un Mémoire qui a été présenté à l'Académie en 1869, considérant seulement la tranche longitudinale du *thalweg* (*), pour laquelle on possède des résultats d'observation suffisamment exacts, j'ai démontré qu'à partir du filet principal, et jusqu'au fond du lit, la loi des vitesses des filets de cette tranche est

$$(2) \qquad v = V + c - \frac{c}{\theta^2}z^2,$$

z et θ désignant respectivement les distances verticales à la surface liquide, des filets dont les vitesses sont v et V, c étant une quantité qui, d'après les résultats partiels que j'avais obtenus, peut avoir une même valeur numérique pour de petits canaux et pour de grands fleuves; en outre, j'ai déterminé la relation

$$(3) \qquad \theta = H\sqrt{\frac{c}{V - w + c}},$$

dans laquelle H est la profondeur d'eau totale, et w la vitesse de fond, de sorte que l'équation (2) équivaut à

$$(4) \qquad V - v = \frac{V - w + c}{H^2}z^2 - c.$$

(*) J'ai conservé cette dénomination ancienne, en l'employant d'une manière précise, pour désigner la tranche liquide mince qui est le *lieu des maxima* des vitesses des filets cheminant à une même distance verticale de la surface d'un courant découvert, ou du filet supérieur dans un tuyau.

Ayant fait acquérir aux instruments d'observation une grande sensibilité, j'ai pu reconnaître qu'entre le filet principal et la surface, le décroissement du mouvement de translation n'est pas exactement le même qu'entre ce filet et le fond; néanmoins l'équation (4) peut être considérée comme une expression de la loi des vitesses des nappes liquides d'un courant découvert, si l'on regarde l'ordonnée z, qui variera de H à θ, comme celle du point inférieur d'intersection de ces nappes et de la tranche du thalweg. En effet, dans la région supérieure des courants, les vitesses des filets qui ne se trouvent pas en contact avec les parois sont toutes comprises entre V et w; en outre, d'après ce qui a été dit au n° 1, w peut être regardé comme la vitesse de la nappe en contact avec les parois latérales et le fond.

» 4. Il reste à déterminer une expression générale de la quantité c; soient λ la distance verticale du filet principal à la ligne des centres de gravité des sections liquides, et $\frac{1}{p}$H celle de cette ligne à la surface d'un courant:

$$\lambda = \frac{H}{p} - \theta = \left(\frac{1}{p} - \sqrt{\frac{c}{V - w + c}}\right) H,$$

d'où nous déduisons

$$c = \frac{\left(\frac{1}{p} - \frac{\lambda}{H}\right)^2}{1 - \left(\frac{1}{p} - \frac{\lambda}{H}\right)^2} (V - w), \tag{5}$$

formule qui est vérifiée par les valeurs numériques citées en 1869.

» 5. Cette expression de c doit être substituée dans l'équation (4); en outre, pour la comparaison que nous avons en vue, il convient d'exprimer z en fonction de la distance y au filet principal, du point inférieur d'intersection des nappes et du thalweg, c'est-à-dire de faire

$$z = y + \theta = y + \frac{H}{p} - \lambda;$$

par suite de ces substitutions, l'équation (4) devient

$$V - v = \frac{1}{1 - \left(\frac{1}{p} - \frac{\lambda}{H}\right)^2} (V - w) \left[\frac{y^2}{H^2} + 2\left(\frac{1}{p} - \frac{\lambda}{H}\right) \frac{y}{H}\right]. \tag{6}$$

Cela posé, je ferai remarquer : 1° que la quantité V — w est, dans les équations (1) et (6), un facteur des valeurs variables de la différence entre la vitesse du filet principal et celle d'une nappe quelconque; 2° que cette

quantité $V - w$ est, dans tous les courants, égale à la somme des vitesses relatives des nappes successives, y compris celle qui se réduit au filet précité par un décroissement continu des dimensions transversales de ces nappes; 3° que, pour des canaux et des rivières dans lesquels les positions relatives de ce filet et de la ligne des centres de gravité des sections liquides seraient les mêmes que dans les tuyaux, on aurait $\lambda = 0$ et $p = 2$, c'est-à-dire que le coefficient de $V - w$ serait un nombre invariable, comme dans ce dernier cas où sa valeur est 1,00. La comparaison des équations (1) et (6) fait donc voir que, *dans les tuyaux de conduite, les canaux et les rivières, toutes les valeurs de l'excès de la vitesse du filet principal sur celle d'une nappe ont pour facteur commun une quantité proportionnelle à la somme des vitesses relatives des nappes, dans un rapport qui dépend des positions relatives du filet principal et de la ligne des centres de gravité des sections liquides.* »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section de Botanique, en remplacement de feu M. *Thuret*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 36,

M. de Saporta obtient	16	suffrages.
M. Godron	15	»
M. Duval Jouve	5	»

Aucun candidat n'ayant réuni la majorité absolue des suffrages, il est procédé à un deuxième tour de scrutin.

Au deuxième tour de scrutin, le nombre des votants étant 36,

M. de Saporta obtient	17	suffrages.
M. Godron	17	»
M. Duval Jouve	2	»

Aucun candidat n'ayant obtenu la majorité des suffrages, il est procédé à un troisième tour de scrutin.

Au troisième tour de scrutin, le nombre des votants étant 39,

M. de Saporta obtient	20	suffrages.
M. Godron	19	»

M. de Saporta, ayant obtenu la majorité des suffrages, est proclamé élu.

RAPPORTS.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Rapport sur un Mémoire de M.* Félix Lucas, *intitulé : « Vibrations calorifiques des solides homogènes »*.

(Commissaires : MM. de Saint-Venant, Jamin, Puiseux, Resal rapporteur.)

« M. Lucas a présenté successivement à l'Académie, dans ses séances du 31 janvier et du 14 février 1876, deux Mémoires, dont l'un est le complément de l'autre, et ayant pour titre commun : *Mémoire sur les vibrations calorifiques des solides homogènes.*

» Ces deux Mémoires ont été condensés en un seul, qui a été remis à la Commission le 20 juin, et c'est ce dernier travail qui fait l'objet du présent Rapport.

» Le but principal que s'est proposé l'auteur est de déduire de la Thermodynamique les principes de la conductibilité de la chaleur dans les corps homogènes, posés par l'illustre Fourier, en considérant la chaleur comme le résultat de vibrations moléculaires. Cette question, qui est d'une grande importance, a été résolue d'une manière fort heureuse par M. Lucas. Ainsi donc, au lieu de deux théories de la chaleur, basées sur des principes qui n'avaient aucun lien entre eux, nous n'en conservons qu'une seule, la Thermodynamique.

» L'auteur commence par mettre les équations des petits mouvements d'un système matériel sous une forme spéciale et élégante, que l'on ne retrouve dans aucun de ceux de ses Mémoires qui ont été l'objet d'un Rapport de notre confrère M. de Saint-Venant (séance du 2 décembre 1871), Rapport concluant à l'insertion aux *Savants étrangers.*

» La méthode qu'emploie M. Lucas lui permet d'établir des relations entre les différentielles partielles du premier ordre des paramètres relatifs à un mouvement simple d'un point matériel (x, y, z), et dont il tire plus tard un parti important. En se reportant à deux théorèmes qu'il a établis dans les Mémoires précités, l'un relatif à la demi-force vive d'un système vibrant, l'autre à ce qu'il appelle le travail *morphique* (travail que l'on doit développer pour passer d'une position d'équilibre à une autre), M. Lucas arrive par voie d'addition à conclure que le travail emmaganisé dans le système est égal à la demi-force vive moyenne de ce système.

» L'auteur applique ensuite ses formules au cas d'un corps solide

homogène. Il observe d'abord que les paramètres relatifs à un mouvement simple d'une molécule doivent être des fonctions des coordonnées de cette molécule dans sa position d'équilibre, et, en s'appuyant sur une remarque signalée plus haut, il est conduit à considérer les paramètres dont il s'agit comme les différentielles partielles d'une même fonction ω des coordonnées. Il ramène finalement les équations du mouvement à trois équations aux différentielles et aux différences finies en ω.

» Les paramètres devant conserver leurs valeurs respectives à un facteur constant près, quelle que soit l'origine des coordonnées, la fonction ω est une exponentielle dont l'exposant est une fonction linéaire des trois coordonnées; les équations prennent alors une nouvelle forme et permettent de déterminer les valeurs des coefficients, qui entrent, dans l'exposant de ω, en fonction du coefficient du temps qui définit chaque nature de vibration.

» Les trois déplacements d'une molécule correspondant à un mouvement simple prennent alors une forme particulière qui permet de donner une signification aux coefficients de x, y, z qui entrent dans l'exposant de ω. Ces coefficients sont inversement proportionnels aux cosinus des angles que fait la direction constante du mouvement pendulaire avec les axes coordonnés.

» Par un artifice dans lequel il fait intervenir des imaginaires, M. Lucas arrive à ce résultat : les positions d'équilibre des molécules se distribuent sur une série de plans (plans réticulaires) normaux à la direction du mouvement pendulaire et équidistants.

» Les trois déplacements composants d'un mouvement simple prennent alors une nouvelle forme, et par suite ceux du mouvement total ou résultant.

» M. Lucas arrive enfin aux formules qui lui sont nécessaires pour étudier l'état vibratoire d'un corps dont la température est uniforme, en supposant que les coefficients de x, y, z qui entrent dans ω soient de la forme $H\sqrt{-1}$, H étant une quantité réelle. Il en conclut que chaque molécule reste comprise dans une sphère dont le rayon est très-petit par rapport aux intervalles moléculaires, que les vibrations sont très-rapides, que toutes les molécules du corps possèdent la même force vive moyenne, ce qui caractérise bien les vibrations calorifiques d'un corps à température constante.

» L'auteur est naturellement conduit à poser

$$N(\chi - \chi_0) = cE\theta, \quad \text{d'où} \quad \frac{\chi - \chi_0}{\theta} = \frac{cE}{N},$$

c étant la chaleur spécifique du corps sous volume constant, θ la température, N le nombre de molécules comprises dans le corps sous l'unité de poids, E l'équivalent mécanique de la chaleur, χ la force vive moyenne d'une molécule à θ°, χ_0 sa valeur à zéro. Il fait remarquer que $\frac{c}{N}$ est proportionnel au produit de la chaleur spécifique du corps par son poids atomique, produit qui, d'après une loi énoncée par Dulong, est sensiblement constant pour tous les corps simples.

» M. Lucas s'occupe ensuite de l'équilibre de température en général, et, à cet effet, il fait coïncider l'origine O des coordonnées avec la position d'équilibre d'une molécule M considérée en particulier, et il affecte de l'indice zéro les plans réticulaires passant par cette origine. Il donne ensuite l'expression de l'excès de la valeur de χ relative à une molécule M' voisine de M, sur celle qui correspond à M; il en déduit l'excès de température en fonction des différences des coordonnées : c'est une somme des termes proportionnels chacun à une exponentielle dont l'exposant est une fonction du premier degré des différences ci-dessus.

» Mais on peut s'en tenir au premier terme du développement de cette exponentielle lorsque les deux molécules M et M' sont très-voisines; et l'on conclut alors que la variation de température d'une molécule à une molécule voisine est une fonction linéaire homogène des coordonnées de cette dernière, ce qui est le principe fondamental établi par Fourier dans la Section VII du Chapitre I^{er} de son immortel Ouvrage.

» En résumé, M. Lucas a comblé une lacune dans l'une des parties les plus importantes des sciences physico-mathématiques, en ramenant à une seule théorie la Thermodynamique et la conductibilité de la chaleur. En conséquence, les Commissaires proposent à l'Académie d'approuver le Mémoire et d'en décider l'insertion au *Recueil des Savants étrangers*. »

Les conclusions du Rapport sont adoptées.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ALGÈBRE. — *Exposé d'une nouvelle méthode pour la résolution des équations numériques de tous les degrés* (troisième partie) (1); par M. L. LALANNE.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Hermite, Puiseux, de la Gournerie.)

« Les applications ont été, jusqu'à ce jour, la pierre d'achoppement de tous les procédés imaginés pour la résolution des équations numériques, non pas que, ni la rigueur de ces procédés, ni la beauté des considérations sur lesquelles ils se fondent, en aient reçu la moindre atteinte; mais enfin il faut bien reconnaître que, sans cesser de mériter l'admiration des géomètres, les découvertes de Lagrange, de Cauchy, de Fourier, de Sturm, d'Hermite, etc., n'ont pas fourni toujours des moyens facilement praticables pour la détermination des racines. Il était donc naturel de soumettre la nouvelle méthode à l'épreuve de la pratique. C'est ce que l'auteur a fait, et il présente à l'Académie les premiers résultats de cette épreuve, sous forme d'une dizaine de planches dessinées avec un texte explicatif.

» Les deux premières épures sont relatives aux équations du deuxième et du troisième degré, celle-là supposée complète, celle-ci privée du second terme. Elles constituent, à proprement parler, des *abaques* établis une fois pour toutes et qui sont applicables à des équations quelconques de ces deux degrés; car il est toujours possible de ramener les deux coefficients de celles qu'on aurait à résoudre à être au plus égaux à l'unité. C'est même par la construction de ces tableaux graphiques que l'auteur a préludé, il y a trente-trois ans déjà, à la solution générale qu'il développe aujourd'hui.

» Les huit épures suivantes sont l'application de la nouvelle méthode à des exemples dont plusieurs sont empruntés à des traités classiques d'Algèbre (Bertrand, Serret, Lefébure de Fourcy, etc.).

» La figure de la *solutive* ressort, dans toutes ces épures, du tracé des lignes droites dont elle est l'enveloppe; en d'autres termes, le *contour apparent*, la projection de la ligne de striction de la surface gauche à plan directeur, dont les génératrices seraient construites dans l'espace, se manifeste

---

(1) *Comptes rendus*, p. 1146 et 1243 du deuxième semestre de 1875, t. LXXXI.

d'une manière apparente sur le plan des xy avec ses points singuliers (rebroussements, points doubles, etc.). Mais on peut demander quelque chose de plus, c'est-à-dire un moyen de tracer la courbe même dont on n'a d'abord que les tangentes. Or, ce tracé peut s'opérer facilement par points; car les coordonnées x' et y' du point de contact d'une tangente avec la courbe s'obtiennent en supposant respectivement y et x nuls dans l'équation proposée, en prenant par rapport à z la dérivée de y, ce qui donne x', et en multipliant par $-z^2$ la dérivée de x, ce qui donne y'.

» Ainsi, en posant

$$F = az^n + bz^{n-1} + \ldots + mz^2 + xz + y = 0,$$

les coordonnées du point de contact de la solutive avec la droite représentée par l'équation ci-dessus seront

$$x' = -\frac{d(F - xz - y)}{dz}, \quad y' = z^2 \frac{d\left(\frac{F - xz - y}{z}\right)}{dz}.$$

» En appliquant, comme vérification, ces formules aux équations du deuxième et du troisième degré, on trouve facilement que la sous-tangente est, dans la première, la moitié, et dans la seconde, les deux tiers de l'abscisse; résultats élémentaires connus.

» Il est donc complétement inutile de calculer le discriminant de l'équation proposée en z, pour tracer la solutive dont l'équation est formée par ce discriminant. Le calcul est assez long et assez pénible pour qu'on n'ait jamais été au delà du cinquième degré; et l'eût-on fait pour une équation en z du degré n, on ne tirerait aucun parti, pour la construction de la courbe, d'une équation qui serait généralement en x du degré n et en y du degré $n - 1$.

» Ces considérations achèvent de mettre en relief l'esprit de la nouvelle méthode. Elle est bien fondée implicitement sur la considération du discriminant, dont l'importance, pour la détermination des racines, a été depuis longtemps reconnue; elle n'exige pas, cependant, autre chose qu'une représentation graphique de ce déterminant, dans laquelle on considère comme variables deux des éléments numériques qu'il emprunte à la proposée, représentation qui s'opère par les tangentes à la solutive, et au besoin par la construction des points de contact, ce qui peut se faire à l'aide des calculs les plus élémentaires, ainsi qu'on l'a vu.

» On ferait un pas de plus dans la voie de la solution graphique, si l'on parvenait à tracer géométriquement la tangente à la solutive, par un point

extérieur (x, y). Or cette opération se réduit à rabattre sur le plan de l'épure le plan vertical qui passe par le point donné, parallèlement soit aux zx, soit aux zy. On y trace par points l'intersection du conoïde avec ce plan vertical; on en conclut la vraie grandeur de l'ordonnée z, qui exprime la direction de la tangente à la solutive menée par le point (x, y), et l'on en déduit le point de contact. Telle est la solution finale géométrique du problème, solution qui n'est généralement pas, dans la pratique, préférable à celle que donne une simple interpolation à vue.

» Parmi les propriétés qui résultent de la considération de la solutive, il en est quelques-unes qui paraissent mériter l'attention. Telle est celle qui permet d'évaluer la probabilité de tomber sur un nombre déterminé de racines réelles avec une équation dont deux coefficients peuvent varier entre des limites connues. C'est ainsi que dans l'équation du deuxième degré, les coefficients étant assujettis à être au plus égaux à l'unité, il y a 13 à parier contre 11 que les 2 racines seront réelles; 23 à parier contre 1 que les 2 racines ne seront pas de même signe; 1 à parier contre 1 qu'elles seront réelles et de signes contraires.

» De même, dans l'équation du troisième degré privée du deuxième terme, toutes les valeurs comprises entre $+1$ et -1 étant considérées comme également possibles pour les coefficients, il y a environ 923 à parier contre 77 qu'il n'y aura qu'une seule racine réelle, la probabilité de tomber sur le cas irréductible ayant pour expression $\frac{2\sqrt{3}}{45} = 0,07698$.

» Des propriétés analogues existent pour une équation d'un degré quelconque, et ressortent de la figure même de la solutive qui s'y rapporte.

» Une autre propriété remarquable consiste dans la liaison qui existe entre les solutives de tous les degrés. En effet, il est facile de démontrer que la développée d'une solutive de degré quelconque est la solutive d'une équation d'un degré immédiatement supérieur, après avoir tourné d'un angle droit *sinistrorsum* autour de l'axe des z, et avoir glissé le long de l'axe des x de manière que le point de rencontre arrive à l'origine. C'est ainsi que, la solutive de l'équation du deuxième degré étant une parabole dont l'axe coïncide avec l'axe des y, la développée de celle-ci est une parabole demi-cubique ayant le même axe et l'origine à la distance 2 au-dessus de l'axe des x. Il suffira donc de faire tourner *sinistrorsum* d'un angle droit la parabole demi-cubique, et de ramener vers la droite l'origine de la courbe d'une quantité égale à 2, pour avoir en grandeur et en position vraie la solutive de l'équation du troisième degré.

» Ces résultats sont en liaison manifeste avec les propriétés des discriminants de degrés consécutifs qui se déduisent les uns des autres, comme on sait.

» L'application de la méthode graphique aux racines imaginaires et aux équations transcendantes sera l'objet d'une quatrième et dernière Communication. »

PHYSIQUE. — *Sur un radiomètre différentiel.* Note de M. **W. de Fonvielle.** (Extrait.)

(Renvoi à la Section de Physique.)

« J'ai fait construire par M. Gaiffe un radiomètre dont les palettes en mica sont revêtues des deux côtés de noir de fumée, et dont la boule est à moitié noircie par le même procédé.

» Si l'on reçoit la lumière perpendiculairement à la section diamétrale qui sépare l'hémisphère transparent de l'hémisphère rendu opaque, l'appareil reste parfaitement immobile. Si, au contraire, on incline le plan diamétral vers la gauche, les palettes de gauche, plus éclairées que les palettes de droite, seront repoussées plus énergiquement, et le tourniquet prendra un mouvement régulier de gauche à droite. Le même phénomène s'observera en sens inverse si le plan diamétral limite est incliné vers la droite. La rotation sera le plus rapide possible lorsque le plan diamétral sera rendu parallèle aux rayons de lumière qui éclairent l'appareil. Le mouvement aura lieu vers la droite si c'est l'hémisphère de droite qui est transparent, et *vice versâ.* »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Procédé pour la fabrication de la soude de varech par lessivage endosmotique.* Note de M. **L. Herland**, présentée par M. Chatin. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Fremy, Berthelot, Chatin.)

« L'importation considérable en Europe des salpêtres du Chili, dont on retire aujourd'hui industriellement et à bon marché de grandes quantités d'iode, a déterminé une crise très-préjudiciable pour un grand nombre d'usines importantes et pour la population maritime du département du Finistère.

» Ces usines obtiennent, comme on le sait, de la récolte du goëmon et de son incinération des soudes riches en iodures alcalins. Cette invasion

de l'iode étranger a pris au dépourvu notre fabrication et même celle de l'Angleterre. La lutte est tout à notre désavantage pour de nombreuses raisons. Les principales sont les suivantes :

» 1° La récolte du varech n'est pas faite en vue de la fabrication de la soude; on récolte indistinctement toutes les espèces sans rechercher si elles sont plus ou moins riches en iode ou autres sels utiles.

» 2° La dessiccation du varech destiné à l'incinération est faite en plein air sur les dunes; de cela il résulte une altération et une déperdition des sels dues aux coups de mer, à la rosée, aux intempéries.

» 3° Le procédé d'incinération est lui-même la cause principale de la faiblesse du titre iodique, car il volatilise une certaine quantité d'iode; mais c'est surtout au sable siliceux qui imprègne le varech qu'il faut attribuer la plus grande déperdition. En effet, la silice à une haute température réagissant sur les iodures produit des silicates alcalino-terreux en éliminant une certaine quantité d'iode.

» Pour remédier à tous ces inconvénients et venir en aide à notre industrie, j'ai imaginé d'employer le procédé suivant, que j'expose brièvement :

» 1° Le varech frais est immergé dans des corbeilles en fer treillagées, mues par une grue tournante, dans une série de cuves renfermant environ 50 kilogrammes de bonne chaux caustique par mètre cube d'eau et disposées en batteries circulaires. Le varech passe successivement d'une cuve à l'autre et se dépouille de tous les sels utiles. On poursuit avec du varech frais cette série d'immersions successives, jusqu'à ce que le premier bain de lessivage marque 4°,3 à 4°,5 au pèse-sels. Pendant cette opération, il se fait un double échange par voie d'endosmose entre le varech et la lessive calcaire; la chaux pénètre la trame organique du goëmon en traversant la pellicule épidermique qui fait fonction de membrane osmotique. Il s'établit ainsi du varech à la lessive calcaire, et réciproquement un double courant en sens inverse, jusqu'à ce qu'ils se soient mis en équilibre de composition. Le temps d'immersion est en moyenne de quarante à soixante minutes. Avec une batterie de 10 cuves de 6 mètres cubes on peut lessiver en quinze heures 50 tonnes de 1000 kilogrammes de varech frais.

» 2° Le second temps de l'opération consiste à évaporer à siccité les lessives endosmotiques saturées, puis à calciner très-légèrement, en présence d'un léger excès de carbonate de potasse, s'il y a lieu, et jusqu'à commencement de fusion pâteuse, le résidu salin de l'évaporation.

» Ce procédé fait obtenir une soude très-riche en sels solubles et en sels

de potasse utilisables (chlorure et sulfate) et en iodures alcalins. Le procédé d'incinération donne en moyenne 15 pour 100 de sels de potasse et 1 pour 100 d'iodure au maximum; mon procédé, au contraire, fournit 45 à 50 pour 100 de sels de potasse utilisables et 2 $\frac{1}{2}$, 3 et quelquefois jusqu'à 5 et 6 pour 100 d'iodures, lorsque les varechs sont bien choisis de bonne espèce. En résumé, notre procédé de fabrication de la soude de varech se recommande : 1° par l'obtention d'une plus grande quantité de sels et d'iodures alcalins; 2° parce qu'il conserve à l'agriculture le goëmon épuisé qui conserve sa matière azotée, et qui, retenant de la chaux de notre traitement, est excellent pour nos terres siliceuses; 3° parce que nos côtes sont débarrassées des nuages de fumée qui les rendaient invisibles aux navigateurs et même dangereuses, puisque les roches et les îles étaient masquées par la fumée des incinérations de goëmon qui duraient jour et nuit sur une longue étendue. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la catastrophe du Grand-Sable (district de Salazie), île de la Réunion.* Extrait d'une Lettre de M. **Vinson**, en date du 26 mai 1876, présenté par M. le général Morin.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Dans la nuit du 13 au 14 mai dernier, entre $10^h 10^m$ et $10^h 15^m$, des secousses de tremblement de terre ont été ressenties à Saint-Denis, capitale de la colonie, à une minute environ d'intervalle. Le phénomène a consisté en deux ou trois détonations assez fortes, suivies chacune d'oscillations et d'un roulement pareil à celui d'un tombereau.

» Un autre tremblement de terre, quelques jours après, a encore ébranlé le district de Salazie. Des effets analogues ont été ressentis dans toute l'île et ont paru partir de son centre, c'est-à-dire de Salazie, emplacement de l'ancien volcan éteint du Gros-Morne. Depuis la catastrophe du Grand-Sable, ces effets se renouvellent d'une façon inusitée.

» Le ruisseau des Fleurs, qui arrose la vallée de Cilaos, lieu de cette catastrophe, n'a pas cessé, depuis six mois, de verser ses eaux boueuses et sulfureuses dans la grande rivière du Mât, dont le cours a plus de 30 à 40 kilomètres de développement et dont la largeur, à 7 ou 8 kilomètres de son embouchure dans la mer, est d'environ 30 à 40 mètres.

» Les habitants voisins de ces cours d'eau en utilisent les propriétés alcalines pour y laver leur linge, auquel elles donnent une grande blan-

cheur. Tous les poissons si abondants qui peuplaient la rivière du Mât ont péri, et le bétail refuse de s'abreuver dans ses eaux.

» La persistance de ces faits et le renouvellement des commotions souterraines ne semblent plus permettre aujourd'hui de contester que la catastrophe du Grand-Sable à l'île de la Réunion ait eu pour cause première une action volcanique. »

J. **Pagliari** adresse à l'Académie plusieurs échantillons de viande conservée à l'aide d'une solution d'un sel de fer. Cet envoi est accompagné d'un flacon du liquide préservateur.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Paquelin** adresse une réclamation de priorité relative à son thermocautère.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. A. **Bracher** adresse à l'Académie de nouveaux échantillons de lames fluorescentes.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Éléments et éphéméride de la planète* (152) *Atala*. Note de M. **Bossert**, présentée par M. Le Verrier.

« Cette planète a été découverte à l'Observatoire de Paris, par MM. Henry, dans la soirée du 2 novembre 1875.

» La détermination des éléments repose sur la série d'observations faites du 2 novembre 1875 au 31 janvier 1876.

T = décembre 17,0, 1875, temps moyen de Greenwich.

Anomalie moyenne	331°.19′.42″	
Longitude du périhélie	84.22.35	Équinoxe moyen : 1875,0.
Longitude du nœud ascendant sur l'écliptique	41.29. 6	
Inclinaison	12.12.30	
Angle (sinus = excent.)	4.56.53	
Moyen mouvement diurne	638″,85	
Log a	0,49640	

» La comparaison entre les positions déduites de ces éléments et les positions normales formées à l'aide des observations nous donne les résidus suivants :

	$(\mathcal{R}_o - \mathcal{R}_c)\cos\mathcal{D}$	$\mathcal{D}_o - \mathcal{D}_c$	Nombre d'observations.
1875. Nov. 4,0.......	$-0'',3$	$+0'',1$	3
14,0.......	$+1,0$	$+0,7$	2
22,0.......	$+2,7$	$+1,6$	2
Déc. 17,0......	$-3,7$	$-0,7$	4
21,0.......	$-1,1$	$-1,6$	3
31,5.......	$+3,9$	$+0,6$	2
1876. Janv. 30,0.......	$+0,3$	$+0,1$	2

» Ces résidus recevront quelques changements quand toutes les étoiles de comparaison auront pu être observées aux instruments méridiens.

» A l'aide de ces éléments, nous avons calculé une éphéméride pour la prochaine opposition de la planète.

Temps moyen de Greenwich.	Ascension droite.	Distance polaire.	Log Δ.	Temps d'aberration.
	h m s	° ′		m s
1877. Janv. 20,5.......	9.58.22	+ 31.25,7	0,3081	16.52
24,5.......	9.55.21	+ 31.48,6	0,3052	16.45
28,5.......	9.52. 5	+ 32. 9,9	0,3032	16.41
Fév. 1,5.......	9.48.35	+ 32.29,3	0,3022	16.38
5,5.......	9.44.56	+ 32.46,2	0,3021	16.38
9,5.......	9.41.12	+ 33. 0,4	0,3030	16.40
13,5.......	9.37.27	+ 33.11,5	0,3049	16.45
17,5.......	9.33.46	+ 33.19,4	0,3077	16.51
21,5.......	9.30.13	+ 33.23,9	0,3114	17. 0
25,5.......	9.26.52	+ 33.25,1	0,3159	17.10
Mars 1,5.......	9.23.47	+ 33.22,9	0,3212	17.23
5,5.......	9.21. 0	+ 33.17,5	0,3272	17,38

» Au moment de l'opposition, vers le 10 février, la planète sera de la grandeur 11,0. »

ANALYSE. — *Sur les équations différentielles linéaires du second ordre.* Note de M. **Fuchs**, présentée par M. Hermite.

« Lorsque, plusieurs mois après la publication de mon travail sur les équations différentielles linéaires du second ordre, dans le *Journal de M. Borchardt* (t. LXXXI, p. 97 et suiv.), mon attention se porta sur le travail du P. Pépin, paru dans les *Annali di Matematica da Tortolini* (t. V,

p. 185 et suiv.), et qu'il rapporte dans sa Note des *Comptes rendus* du 5 juin 1876, je reconnus aussitôt que les résultats de cet auteur sont en défaut, du moins quant à leur relation avec l'intégration par des fonctions algébriques des équations du second ordre.

» Maintenant, comme le P. Pépin semble croire, dans la Note citée, avoir, par son Mémoire, répondu aux questions se rapportant à l'intégration sous cette forme plus tôt et plus complétement que je ne l'avais fait, je me vois obligé de montrer que, loin que ce fût fait par le Mémoire du P. Pépin, ses résultats sont au contraire en défaut. Ces résultats se résument, comme il l'a énoncé lui-même dans la Note citée, en ce théorème : *Si l'intégrale générale de l'équation* $\frac{d^2y}{dx^2} = \mathrm{P}y$ *est algébrique, il y aura toujours une intégrale particulière telle, que la fonction* $\frac{1}{y}\frac{dy}{dx}$ *soit une fonction rationnelle de* x *ou une racine d'une équation du deuxième ou du quatrième degré.*

» Tout d'abord, je veux signaler un défaut que la solution du P. Pépin aurait, lors même qu'elle serait correcte. Si, en effet, pour la résolubilité algébrique, la condition que $\zeta = \frac{d\log y}{dx}$ satisfasse à une équation du quatrième degré était effectivement nécessaire, la même condition ne serait encore aucunement suffisante, car $e^{\int\zeta dx}$ n'est pas toujours algébrique en même temps que ζ.

» Mais je vais maintenant faire voir que le théorème du P. Pépin, que je viens de citer, est inexact.

» Prenons, par exemple, l'équation

$$z(z-1)\frac{d^2u}{dz^2} + \frac{6z-3}{5}\frac{du}{dz} + \frac{3}{100}u = 0$$

où, en posant $u = z^{-\frac{3}{10}}(z-1)^{-\frac{3}{10}}y$,

$$(1)\qquad \frac{d^2y}{dz^2} = \frac{21}{100}\frac{(-z^2+z-1)}{z^2(z-1)^2}y.$$

D'après le Mémoire de M. Schwarz (*Journal de M. Borchardt*, t. LXXV, p. 323, nº **11**), cette équation n'a que des intégrales algébriques.

» Mais il est utile de prouver cela ici directement en appliquant la méthode de mon Mémoire cité ci-dessus, puisque ce sera ainsi donner la réfutation la plus simple du théorème du P. Pépin.

» D'après les principes de mon travail dans le tome LXVI du *Journal de M. Borchardt*, on a un système fondamental d'intégrales η_1, η_2, qui, multipliées respectivement par $z^{-\frac{3}{10}}, z^{-\frac{7}{10}}$, sont holomorphes (pour parler avec MM. Briot et Bouquet) dans le voisinage du point $z = 0$, et un autre système fondamental d'intégrales y_1, y_2, qui, multipliées respectivement par $(z-1)^{-\frac{3}{10}}, (z-1)^{-\frac{7}{10}}$, sont holomorphes dans le voisinage du point $z = 1$. Ces systèmes fontamentaux sont liés entre eux par des relations que l'on peut déduire des principes établis dans mon travail du *Journal de M. Borchardt* (t. LXXV, p. 209 et suiv.), ou que l'on peut mieux tirer du Mémoire de M. Kummer (*Journal de Crelle*, t. XV, p. 58) ou aussi des *Œuvres de Gauss* (t. III, posth., p. 210 et suiv.). On conclut de ces relations que, z faisant une circulation autour du point $z = 0$, y_1, y_2 se changent respectivement en

$$(2)\qquad \begin{cases} \sqrt{-1}\left(\dfrac{j}{2\sin\frac{4\pi}{10}}y_1 + \dfrac{1}{2^{\frac{13}{5}}\sin\frac{2\pi}{10}}y_2\right) \\ \text{et} \\ \sqrt{-1}\left(\dfrac{2^{\frac{3}{5}}}{\sin\frac{2\pi}{10}}y_1 - \dfrac{j^9}{2\sin\frac{4\pi}{10}}y_2\right), \end{cases}$$

où j est une racine primitive de l'équation $j^{10} = 1$.

» Il s'ensuit, en posant

$$(3)\qquad \frac{\cos\frac{2\pi}{10}}{2^{\frac{3}{5}}} = \alpha, \quad \frac{1}{2^{\frac{14}{5}}\cos\frac{2\pi}{10}} = \beta,$$

et

$$(4)\qquad y_1 - \alpha j^{2k} y_2 = \varphi_k, \quad y_1 - \beta j^{2k+1} y_2 = \psi_k,$$

que, par une circulation de z autour du point $z = 0$, les fonctions $y_1, y_2, \varphi_0, \varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \varphi_4, \psi_0, \psi_1, \psi_2, \psi_3, \psi_4$ se changent respectivement en $\varphi_2, \psi_4, \varphi_0, \varphi_4, \psi_3, y_1, \psi_0, y_2, \varphi_3, \psi_2, \psi_1, \varphi_1$, à des facteurs numériques près, et que le produit de tous ces facteurs numérique est égal à $-\sqrt{-1}$. Donc la forme

$$(5)\qquad \begin{cases} \varphi(y_1, y_2) = y_1 y_2 \varphi_0 \varphi_1 \varphi_2 \varphi_3 \varphi_4 \psi_0 \psi_1 \psi_2 \psi_3 \psi_4 \\ \qquad = y_1 y_2 (y_1^5 - \alpha^5 y_2^5)(y_1^5 + \beta^5 y_2^5), \end{cases}$$

déjà invariable par une circulation de z autour du point $z = 1$, se change par une circulation de z autour du point $z = 0$ en elle-même multiplié par $-\sqrt{-1}$. Par conséquent $\varphi(y_1, y_2)$ *est une racine d'une fonction rationnelle.* Comme une racine d'une fonction rationnelle ne varie pas, à une racine de l'unité comme facteur près, quand z fait une circulation autour d'un point critique, et comme y_1, y_2 acquièrent par une circulation de z autour du point $z = 1$ respectivement les facteurs j^3, j^7, une forme binaire composée de y_1, y_2 du premier ou du second degré et égale à une racine d'une fonction rationnelle doit être ou y_1, ou y_2, ou $y_1 y_2$. Mais aucune de ces formes n'a la propriété de se transformer en elle-même, à une racine de l'unité comme facteur près, par une circulation de z autour du point $z = 0$. Une forme du douzième degré étant donc racine d'une fonction rationnelle, sans qu'une forme du premier ou du second degré ait la même propriété, il suit des théorèmes cités pages 127 et 100 de mon Mémoire que *l'équation différentielle n'a que des intégrales algébriques.* »

GÉOMÉTRIE. — *Du contact des surfaces d'un implexe avec une surface algébrique*. Note de M. G. FOURET.

« Nous avons déjà étudié précédemment (*), sous le nom d'*implexe*, un ensemble de surfaces défini par une équation aux dérivées partielles algébriques, et caractérisé par deux nombres θ et φ, qui sont respectivement la classe du cône enveloppe des plans tangents en un point quelconque à celles de ces surfaces qui y passent, et le degré du lieu des points de contact des mêmes surfaces avec un plan quelconque. Le contact des surfaces d'un implexe avec une surface algébrique donne lieu au théorème suivant, remarquable par sa simplicité, et analogue au théorème que nous avons démontré dernièrement (**) sur le contact des courbes d'un système avec une courbe algébrique.

» THÉORÈME. — *Les surfaces d'un implexe* (θ, φ) *touchent une surface algébrique* (S) *du* $m^{\text{ième}}$ *degré, de la* $n^{\text{ième}}$ *classe, et dont les sections planes sont de classe* r, *suivant une courbe d'un degré égal à* $r\theta + m\varphi$.

» *Les plans tangents correspondants enveloppent une développable de classe* $n\theta + r\varphi$.

(*) *Comptes rendus*, t. LXXIX, p. 467 et 689; t. LXXX, p. 167.

(**) *Comptes rendus*, t. LXXXII, p. 1328.

» Cet énoncé ne cesse d'être exact que dans le cas où toutes les surfaces de l'implexe ont une courbe commune appartenant à la surface (S), ou bien sont enveloppées par une même développable circonscrite à (S) : nous écartons ici ces deux cas spéciaux. La démonstration que nous allons donner est basée sur le théorème suivant :

» *Le lieu des points de contact des surfaces d'un implexe (θ, φ) avec une série de surfaces algébriques du $m^{ième}$ degré, formant un faisceau ponctuel sans singularités, est une surface (Σ) de degré $(2m-1)\theta+\varphi$, dont θ nappes se croisent suivant la courbe fondamentale du faisceau* (*). *En outre, les points singuliers et courbes singulières des surfaces du faisceau appartiennent à (Σ), et en sont respectivement des points singuliers et des courbes singulières.*

» On peut évidemment, et d'une infinité de manières, englober la surface algébrique donnée (S) dans un faisceau ponctuel, et même choisir ce faisceau exempt de toute singularité, notamment de toute surface multiple. Dans ces conditions, le théorème que nous venons d'énoncer s'applique au faisceau et à l'implexe (θ, φ), et donne lieu à une surface (Σ) de degré $(2m-1)\theta+\varphi$. L'intersection complète de cette dernière surface avec (S) est d'un degré égal à $m[(2m-1)\theta+\varphi]$. Cette intersection comprend : 1° la courbe fondamentale du faisceau, de degré m^2, comptée θ fois; 2° les courbes singulières de (S), s'il en existe, estimées chacune avec un certain degré de multiplicité, inconnu *a priori*, mais formant ensemble une ligne d'un degré $f(\theta)$ indépendant de φ (**); 3° la courbe (Γ), lieu des points de contact des surfaces de l'implexe avec (S). Le degré δ de la courbe (Γ) est par suite donné par l'égalité

$$(1) \qquad \delta = m(m-1)\theta + m\varphi - f(\theta).$$

» Cette formule, sans déterminer δ, nous apprend que ce nombre est une fonction linéaire de φ, dans laquelle le coefficient de φ est égal à m.

» D'autre part, la courbe de contact des plans tangents à (S), issus d'un point I quelconque, est une courbe (C) de degré r, qui coupe la surface (Σ) en $[(2m-1)\theta+\varphi]\,r$ points. Ces points comprennent : 1° les mr points d'intersection de (C) avec la courbe fondamentale du faisceau, comptés chacun θ fois; 2° les points de la courbe (C) situés sur les courbes singulières ou coïncidant avec les points singuliers de la sur-

(*) *Comptes rendus*, t. LXXX, p. 807.

(**) Ce fait, évident en lui-même, peut d'ailleurs se démontrer par quelques considérations analytiques fort simples.

face (S), estimés avec un certain degré de multiplicité, et comptant ensemble pour un nombre de points $\psi(\theta)$, qu'on ne connaît pas à *priori*, mais qui est certainement indépendant de φ (*); 3° les points de contact des surfaces de l'implexe avec la surface (S), tels que les plans tangents correspondants passent par le point I.

» Par suite, le nombre des plans tangents issus de I, c'est-à-dire la classe γ de la développable (Δ) enveloppe des plans tangents de S, aux points où cette surface est touchée par des surfaces de l'implexe, est donné par la formule

$$(2) \qquad \gamma = (m-1)r\theta + r\varphi - \psi(\theta).$$

Cette formule montre que γ est une fonction linéaire de φ, dans laquelle le coefficient de φ est égal à r.

» Pour achever de déterminer γ et δ, transformons toute la figure par voie de dualité. L'implexe (θ, φ) devient un nouvel implexe (φ, θ); la surface (S) se change en une nouvelle surface (S′) de degré n, de classe m, et dont les sections planes sont encore de classe r. La courbe (Γ) et la développable (Δ) ci-dessus définies se transforment respectivement en une développable (Δ') et une courbe (Γ') de même définition. Mais la classe de (Δ') est égale à δ, et s'exprime en vertu de (2) par

$$(3) \qquad \delta = (n-1)r\varphi + r\theta - \psi_1(\varphi).$$

» De même le degré de (Γ') est égal à γ, et en vertu de (1) s'exprime par

$$(4) \qquad \gamma = n(n-1)\varphi + n\theta - f_1(\varphi).$$

» En comparant (1) avec (3), et (2) avec (4), on conclut finalement

$$\delta = r\theta + m\varphi, \quad \gamma = n\theta + r\varphi.$$

» *Remarque.* — Du même rapprochement, on conclut encore

$$f(\theta) = [m(m-1) - r]\theta, \quad f_1(\varphi) = [n(n-1) - r]\varphi,$$
$$\psi(\theta) = [r(m-1) - n]\theta, \quad \psi_1(\varphi) = [r(n-1) - m]\varphi,$$

résultats qui peuvent s'énoncer de la manière suivante :

» I. — *Toute courbe singulière d'une surface algébrique* (S), *au point de vue du contact de cette surface avec les surfaces d'un implexe* (θ, φ), *compte pour*

(*) Ce dernier point s'établit d'ailleurs analytiquement d'une manière très-simple.

θ courbes d'un degré égal à l'abaissement produit dans le degré des sections planes de (S), par l'existence de la courbe singulière.

» II. — *Tout point singulier de (S) diminue la classe de la développable enveloppe des plans tangents à (S), aux points où cette surface est touchée par les surfaces d'un implexe (θ, φ), d'un nombre d'unités égal à θ fois l'abaissement de classe produit par ce point singulier dans la classe des cônes circonscrits à (S).*

» Les deux autres théorèmes étant les corrélatifs des précédents, nous ne les énonçons pas. »

PHYSIQUE. — *Sur quelques expériences faites avec la balance de* Crookes; Note de M. G. SALET, présentée par M. Wurtz.

« Grâce à l'aide obligeante de M. Alvergniat, auquel, le premier, j'ai fait construire les appareils de M. Crookes, j'ai pu exécuter quelques expériences qui serviront peut-être à établir la théorie de ces curieux instruments.

» 1. J'ai fait souffler en verre dur un appareil analogue à ce que Crookes appelle sa *balance*. Ce sont deux boules réunies par un court cylindre horizontal et renfermant une aiguille d'aluminium portant à chacune de ses extrémités une lame verticale de mica : l'axe sur lequel pivote l'aiguille se trouve sur la partie cylindrique; les lames de mica sont noircies d'un *même côté*. Un tel appareil accuse par ses mouvements l'approche du doigt; soumis à l'influence d'une lumière qui éclaire les deux faces noircies, il reste en repos. Si la source est rapprochée, le repos ne s'établira généralement point, car tout mouvement de l'aiguille sera accompagné d'une variation telle, dans les distances des lames à la source, que l'une recevra un accroissement notable dans la force impulsive et l'autre une diminution. Il y aura donc tendance au mouvement inverse, et l'aiguille oscillera. Elle oscillera extrêmement vite si la source est très-intense et très-rapprochée, et l'on conçoit, sans insister davantage, que la durée des oscillations puisse servir à mesurer jusqu'à un certain point la radiation.

» Si l'on fait agir sur une des faces noircies un faisceau de lumière parallèle *plus petit* que la lame, en compensant l'action de ce faisceau par la radiation d'une flamme de gaz agissant sur l'autre lame, on arrivera assez facilement, en modifiant la distance de la deuxième source, à un état d'équilibre de l'aiguille. *On peut faire alors varier l'angle d'incidence du rayon parallèle, sans que l'équilibre soit troublé.* L'expérience du moins réussit entre

zéro et 45 degrés; au delà il est trop difficile d'obtenir que le faisceau soit tout entier intercepté par la lame.

» 2. J'ai répété, en la modifiant, une des expériences les plus curieuses de Crookes. Ce savant a chauffé sa balance en y maintenant le vide, et a réussi à dépasser ainsi le degré d'exhaustion au delà duquel les gaz ne conduisent pour ainsi dire plus l'électricité, sans que la sensibilité de l'appareil à la radiation soit modifiée. Craignant l'influence des corps organiques que Crookes ne bannissait pas de la construction de sa balance, j'ai pris l'appareil décrit plus haut, et, après l'avoir relié à la pompe pneumatique à mercure, je l'ai chauffé pendant une heure à une température telle que l'aiguille d'aluminium a commencé à fléchir sous le poids des ailettes. Pendant toute l'opération, elle oscillait avec une rapidité qui a semblé absolument invariable. On a détaché l'appareil de la machine pneumatique et l'on a pu constater qu'il était encore influencé par la lumière.

» On l'avait disposé de façon à pouvoir y faire passer un courant électrique. Quand on fabrique un tube dit *vide d'air*, la première décharge passe quoique avec une difficulté extrême, puis la résistance devient telle que l'électricité ne peut plus franchir une distance d'une fraction de millimètre. Les mêmes phénomènes se produisirent avec la balance, mais l'aiguille se trouva électrisée et se porta contre le verre, de telle sorte qu'il était impossible de s'en servir pour des expériences de radiation. Elle resta ainsi électrisée dans ce vide isolant *du* 23 *mai au* 8 *juin*. Je chauffai alors l'appareil ,et il reprit bientôt sa mobilité première, ainsi que sa sensibilité à la lumière, mais l'électricité pouvait de nouveau le traverser pendant un instant.

» On modifia donc la forme de l'instrument de façon à faire éclater la décharge assez loin de l'aiguille et l'on opéra de la même façon. Cette fois, l'appareil étant vide et le courant de la bobine d'induction ne le traversant plus, les ailettes étaient encore mises en mouvement par la lumière.

» On remarquera sans doute que l'expérience 1 paraît difficilement conciliable avec l'idée d'une impulsion directement due à la lumière ou à l'éther, tandis que l'expérience 2 est contraire à la théorie qui explique le mouvement du radiomètre par le dégagement des gaz condensés par les ailettes.

» La minime quantité de gaz qui reste dans un appareil épuisé avec tant de soin suffit-elle pour occasionner le mouvement, selon la théorie de Tait? »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés de l'acide pyrotartrique normal.* Note de M. REBOUL, présentée par M. Wurtz.

« Dans une récente Communication, relative à l'acide pyrotartrique normal, j'ai décrit ses sels neutres de baryte et de chaux; l'objet de la présente Note est de faire connaître quelques-uns de ses principaux sels ainsi que son éther éthylique et son chlorure.

» *Le sel de zinc,* $C^5H^6O^4Zn''$, est anhydre; il forme de fines aiguilles prismatiques peu solubles dans l'eau, même bouillante. Malgré sa faible solubilité, il ne se précipite pas lorsqu'on mêle une solution concentrée de pyrotartrate neutre de soude avec une solution très-riche de chlorure de zinc; mais, si l'on porte à l'ébullition, il y a précipitation immédiate abondante d'aiguilles de pyrotartrate de zinc. On peut également l'obtenir en saturant à chaud une solution aqueuse d'acide par un excès d'hydrocarbonate de zinc et concentrant par l'évaporation (trouvé : C = 30,5, H = 3,2, Zn = 33,1; calculé : C = 30,7, H = 3,1, Zn = 33,4); on sait que le pyrotartrate neutre ordinaire de zinc est beaucoup plus soluble, cristallisé avec $3H^2O$.

» *Le sel de cuivre* (neutre), $2(C^5H^6O^4Cu'') + H^2O$, est d'un vert magnifique, semblable au vert de Schweinfurth; il forme des aiguilles microscopiques groupées en masses mamelonnées, fort peu solubles dans l'eau même à chaud. On l'obtient par double décomposition en versant une solution de pyrotartrate de soude neutre dans une solution de sulfate de cuivre. Le précipité, qui se dissout avec une extrême facilité dans le sel de cuivre en excès, est soluble aussi, mais moins, dans un excès de pyrotartrate de soude. Desséché à 150 degrés, il devient anhydre en perdant 4,4 pour 100 de son poids. (Perte d'eau trouvée : 4,4; calculée : 4,6. Dosage du cuivre dans le sel anhydre. Trouvé : Cu = 32,5; calculé : Cu = 32,8.)

» *Sel neutre de plomb,* $C^5H^6O^4Pb'' + H^2O$. — Le nitrate de plomb est abondamment précipité par une solution concentrée de pyrotartrate neutre de soude; le précipité se dissout dans un excès du précipitant; mais, au bout de quelques instants, la liqueur se trouble, et il se produit un abondant dépôt cristallin blanc et lourd. Le pyrotartrate de plomb semble aussi se dissoudre, mais beaucoup moins bien dans un excès de nitrate de plomb. Il contient une molécule d'eau de cristallisation qu'il ne perd pas à 145°-150°.

» Il est fort peu soluble même dans l'eau bouillante. (Trouvé : Pb = 59,3; calculé : Pb = 59,3.)

» *Le sel d'argent,* $C^5H^6O^4Ag^2$, s'obtient par double décomposition avec

le nitrate d'argent et le pyrotartrate de soude. Un peu poisseux lorsqu'il est préparé à froid avec des solutions assez concentrées, il prend l'aspect soyeux et cristallin lorsqu'on fait bouillir. La liqueur filtrée bouillante le laisse déposer par le refroidissement sous forme de fines aiguilles feutrées, noircissant rapidement à la lumière. (Trouvé : Ag = 62,4; calculé : Ag = 62,4.)

» *Sel neutre de soude* ($C^5H^6O^4Na^2$) à 150 degrés. — On le prépare en saturant à chaud une molécule de carbonate de soude pur calciné par une molécule d'acide normal. On évapore en consistance sirupeuse, puis on abandonne sous une cloche en présence de l'acide sulfurique; ce n'est que fort lentement que ce sirop donne des lamelles mal définies qui blanchissent en s'effleurissant. Au bout de quinze jours de dessiccation sur l'acide sulfurique, le sel effleuri desséché à l'étuve à 145-150 degrés a perdu 4,8 pour 100 de son poids en se transformant en sel anhydre. (La formule $2(C^5H^6O^4Na^2) + H^2O$ exigerait 4,8 pour 100 de perte. Sel anhydre : trouvé, Na = 25,8; calculé : Na = 26,1.)

» Extrêmement soluble dans l'eau, il est insoluble dans l'alcool qui le précipite de sa solution aqueuse sous la forme d'une masse blanche, volumineuse et gélatineuse, ressemblant à de l'alumine hydratée.

» *Le sel acide de soude* s'obtient en décomposant une molécule de carbonate de soude anhydre pur par 2 molécules d'acide pyrotartrique. Convenablement concentrée par évaporation au bain-marie, la solution fournit par le refroidissement des cristaux prismatiques allongés, assez volumineux, qui s'effleurissent à l'air. Séché à 150-160 degrés, le sel conserve $2H^2O$. (Trouvé: Na = 11,9; calculé : Na = 12,1.)

» Le pyrotartrate acide de soude est précipité par l'alcool de sa solution aqueuse à l'état d'une masse volumineuse blanche, ressemblant à celle que donne le sel neutre dans les mêmes conditions.

» *Pyrotartrate d'éthyle normal*, $CO^2C^2H^5, CH^2 - CH^2 - CH^2, CO^2C^2H^5$. — On se le procure soit en saturant de gaz chlorhydrique une solution d'acide normal dans l'alcool absolu, soit en décomposant par l'alcool absolu le chlorure pyrotartrique normal. C'est un liquide incolore, insoluble ou peu soluble dans l'eau, très-soluble dans l'alcool, d'une densité 1,025 à la température + 21°. Il bout d'une manière constante et sans trace de décomposition à la température 236°,5-237, corrigé. (Correction 6 degrés.) (Trouvé : C = 57,2, H = 8,6; calculé : C = 57,4, H = 8,5).

» *Chlorure de pyrotartryle normal*, $COCl, CH^2 - CH^2 - CH^2, COCl$. —

Il s'obtient par l'action de 2 molécules de perchlorure de phosphore sur une d'acide pyrotartrique. C'est un liquide lourd, d'odeur irritante, bouillant à (216°-218°) (corrigé), non sans s'altérer notablement. L'eau le décompose rapidement à chaud, lentement à froid en acide chlorhydrique et acide pyrotartrique. L'air humide produit le même effet; abandonné dans une capsule au contact de l'air, il se trouve transformé du jour au lendemain en acide pyrotartrique cristallisé. (Trouvé : Cl = 42,3; calculé : Cl = 42,0). Il brunit peu à peu à la lumière. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Dosage volumétrique de l'acide formique.* Note de MM. **Portes** et **Ruyssen**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« La détermination quantitative de l'acide formique dans l'acide acétique a une certaine importance pour résoudre le problème du dosage de l'esprit-de-bois dans l'esprit-de-vin, problème qui intéresse l'Administration des Finances, au point de vue de la dénaturation des alcools.

» L'acide formique réduisant le bichlorure de mercure *en excès* à l'état de protochlorure, nous avons été tout naturellement amenés à utiliser le procédé de M. Personne, qui permet de doser par l'iodure de potassium une quantité donnée de sublimé, avant et après sa réduction, par une quantité donnée d'acide formique, et, par suite, de déduire une relation pondérale constante, entre la quantité de bichlorure qui disparaît dans cette réduction et celle d'acide formique présente dans une liqueur.

» Mais la réaction n'est ni complète ni rapide, à moins qu'on ne sature l'acide chlorhydrique au fur et à mesure de sa mise en liberté. Pour cela, il suffit de mêler dans la liqueur de l'acétate de soude, ce qui rend la manipulation très-facile et laisse l'opérateur dans les conditions du dosage des mélanges d'esprit-de-vin et d'esprit-de-bois.

» On verse donc, dans un matras contenant 5 grammes d'acétate de soude, 25 centimètres cubes d'une solution à 10 pour 100 du mélange à essayer, et l'on y ajoute 200 centimètres cubes de solution de sublimé à 4,5 pour 100 (9 grammes); on chauffe de une heure à une heure et demie au bain-marie jusqu'à parfaite limpidité de la liqueur surnageante, puis, faisant du tout un volume de 500 centimètres cubes, on filtre, et, au moyen d'une burette graduée, on constate combien il faut de liqueur réduite pour saturer 1 gramme d'iodure de potassium.

» Par un calcul des plus simples, on arrive alors à un résultat numérique auquel, d'après des expériences multiples et concordantes, il faut,

pour exprimer le titre effectif, ajouter une correction d'un quart en plus.

» Dans une prochaine Communication, nous déterminerons les conditions exactes dans lesquelles ce procédé peut être appliqué au dosage respectif des esprits de vin et de bois. »

COSMOLOGIE. — *Sur l'arragonite observée à la surface d'une météorite.* Note de M. **J.-Lawrence Smith.**

« Cette Communication a pour objet l'étude de quelques masses météoriques provenant de la partie du Mexique appelée le *Bolson de Mapini* ou *Désert du Mexique;* cette région est située dans le Cohahuile et le Chihuahua (deux provinces du Nord).

» Ce grand désert s'étend sur 400 milles de l'est à l'ouest et 500 milles du nord au sud, sur les rives du Rio-Grande; feu M. le professeur Burckhardt, de Bonn, a également étudié cette région si riche en masses de fer météorique.

» En 1854 (*Am. Journ. Sc.*, vol. XXVIII, p. 409), j'ai décrit trois de ces masses de fer; deux d'entre elles ont été apportées aux États-Unis : l'une pesait 125 kilogrammes, l'autre 680. En 1868, on en apporta huit autres; la plus lourde pesait 325 kilogrammes : je les décrivis également (*Am. Journ. Sc.*, novembre 1869); en 1871, je publiai la description et l'analyse d'une masse plus volumineuse, pesant environ 3500 kilogrammes; cette dernière provenait de la partie ouest du désert, voisine d'El-Para.

» On a parlé d'une pierre encore plus volumineuse, qui se trouverait au centre même du désert. Le poids total de la matière météorique trouvée dans cette contrée atteindrait 15 000 kilogrammes, poids qui dépasse celui des météorites existant dans les différentes collections.

» Lorsque, en 1868, j'ai examiné les huit masses dont il est question plus haut, j'ai remarqué une croûte blanche sur une petite partie des surfaces de deux d'entre elles; mais je n'ai pu l'examiner complétement à cette époque. Ce n'est que depuis quelques mois que ces fers ont été mis à ma disposition et que j'ai pu examiner les points laissés sans examen, et dont le plus intéressant forme le sujet de cette Note.

» Sur une de ces masses de fer, pesant 210 kilogrammes, on remarque une petite quantité d'une incrustation, couvrant environ 15 centimètres carrés de la surface du corps; sur une autre, qui pèse 275 kilogrammes, on voit une incrustation qui occupait à l'origine plus de 200 centimètres de la surface; cette matière est fortement attachée au fer, et, lorsqu'on la casse

(ce qui est souvent arrivé par suite d'un maniement opéré sans précaution), une partie du fer qui a été oxydé se détache en même temps; son épaisseur varie de 1 millimètre à 5 millimètres.

» Elle est tout à fait dure et raye facilement le spath calcaire; la surface en est irrégulière et granuleuse; si on la brise perpendiculairement à la surface du fer, on peut très-bien la polir et l'on observe alors sur plusieurs morceaux une structure irrégulière et ondulée, parallèle à la surface du fer, avec des veines jaune et brun foncé, comme en présente la roche calcaire de Gibraltar; en contact avec les acides, elle fait effervescence. C'est une incrustation d'*arragonite*.

» Voici la composition de ce minéral:

Carbonate de chaux	93,10
Sesquioxyde de fer	1,00
Magnésie	traces
Résidu insoluble	4,60
Eau	1,00
	99,70

» Quant à sa formation, je suis convaincu que cette matière s'est incrustée sur le fer après la chute de ce dernier; c'est par suite de cette conviction que j'ai voulu connaître la nature de la roche et du sol où avaient été trouvées ces météorites.

» J'ai réussi à me procurer les renseignements suivants: c'est au Dr Butcher, qui a réuni les spécimens examinés par moi, que je dois ces indications. L'endroit où l'on trouva cette masse est situé dans une vallée ou plaine alluvienne, entre deux rangées parallèles de hautes montagnes présentant une distance qui varie de 1 à 3 milles. La base des montagnes est de formation calcaire, et l'on rencontre dans les collines et dans les plaines des dépôts calcaires considérables. La plaine est creusée, en plusieurs endroits, par de profonds ravins; plusieurs des spécimens de fer ont été trouvés au milieu des pierres et dans le sable; au fond de ces ravins, ils étaient lavés ou recouverts par l'eau pendant les fortes pluies. Ce n'est que dans la saison des pluies que, dans ces ravins et dans les enfoncements de la vallée, il reste de l'eau, qui, du reste, a toujours un goût salé et contient une grande quantité de matière minérale.

» J'en ai dit assez pour faire connaître l'origine probable de l'incrustation calcaire que j'ai reconnue sur deux de ces météorites.

» Une autre observation analogue est relative à la météorite de Newton, qui appartient à la variété des syssidères de M. Daubrée; j'en ai fourni des

spécimens aux musées du Jardin des Plantes de la Grande-Bretagne et de Vienne, et l'on y voit cette incrustation fortement attachée à la surface, en parcelles bien définies, d'un aspect translucide.

» Le poids total de ce que l'on possède de cette météorite ne dépasse pas 700 grammes; la masse dont elle a été extraite doit encore exister dans quelque partie peu habitée de l'Arkansas, et elle fournira sans doute, lorsqu'on l'obtiendra en plus grande quantité, des spécimens recouverts de cette incrustation calcaire.

» Cette Note est accompagnée d'un bel échantillon de fer du Mexique, dont une surface de plusieurs centimètres carrés est recouverte de l'incrustation dont il s'agit, sur une épaisseur de 5 millimètres environ. J'y ai joint aussi un fragment détaché de l'incrustation, pesant plusieurs grammes et poli de façon à montrer sa structure ondulée et lamellaire. »

COSMOLOGIE. — *Sur les combinaisons de carbone trouvées dans les météorites.* Note de M. **J.-Lawrence Smith.**

« J'ai poursuivi mes études sur les hydrocarbures cristallisables, provenant des fers terrestres et des météorites douteuses comme celle d'Ovifak, en cherchant les hydrocarbures dans le carbone de combinaison de ces fers. Le fer d'Ovifak contient une proportion très-notable de ce carbone.

» Dans ces fers, j'ai rencontré une substance semblable à celle que j'ai déjà trouvée dans le graphite météorique et les météorites charbonneuses, ayant la même odeur forte et cristallisant en petites aiguilles; chauffée sur une lame de platine, elle fond facilement et, chauffée plus fortement, elle brûle avec flamme et disparaît complétement. Chauffée dans un petit tube, elle se volatilise en grande partie et se condense sur la partie froide du tube en laissant un résidu de charbon.

» Je ne suis pas encore en état d'affirmer que ces corps sont identiques avec ceux qui proviennent des météorites et que j'ai récemment décrits. Je continue mes recherches, et j'envoie avec cette Note un échantillon des cristaux du fer d'Ovifak. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur l'emploi du chlorure de calcium dans l'arrosage des chaussées de nos promenades et de nos jardins publics.* Note de M. **A. Houzeau.** (Extrait.)

« Depuis longtemps, dans mes cours publics, j'appelle l'attention sur l'utilisation possible des quantités importantes de chlorure de cal-

cium perdues par les fabriques d'acide pyroligneux des environs de Rouen.

» L'expérience a confirmé mes prévisions. Depuis plusieurs années, l'arrosage au chlorure de calcium des principales voies de communication de la ville de Rouen produit les meilleurs résultats. Il serait désirable de voir ce mode d'arrosage étendu aux promenades, aux squares et aux jardins publics les plus fréquentés de la capitale (Luxembourg, Jardin des Plantes, etc.).

» Il suffit de s'être réfugié le dimanche dans un de ces lieux recherchés par la foule pour constater l'insuffisance de l'arrosage à l'eau. Le sol, rapidement mis à sec, se réduit en poussière sous le piétinement de la foule, et bientôt toute cette population de promeneurs est plongée dans une atmosphère poudreuse aussi désagréable que nuisible à la santé. Les fines parcelles de matière siliceuse qui voltigent dans l'air, en pénétrant dans les voies respiratoires, y déterminent des irritations capables d'aggraver, surtout chez les enfants, des affections de poitrine déjà existantes ou de compromettre des convalescences avancées. Il en est de même pour certaines maladies des yeux.

» L'arrosage au chlorure de calcium fait disparaître ces inconvénients. Il imprègne le sol d'une matière hygrométrique qui rend durable pendant une semaine l'humidité qu'on lui a communiquée. Dès lors, plus de sécheresses, plus de poussières; les vents demeurent sans action sur la terre humectée de chlorure de calcium.

» Cet arrosage est en outre salubre et économique. Le chlorure des fabriques d'acide pyroligneux contient toujours des quantités notables de chlorure de fer (environ 3 kilogrammes par mètre cube), et de matières goudronneuses dont la volatilisation dans l'air ne peut être qu'hygiénique. Il présente en outre, sur l'arrosage à l'eau pure, une économie d'environ 30 pour 100.

» En effet, à l'époque des grandes chaleurs, une chaussée de 1 kilomètre sur 5 mètres de largeur reçoit par jour quatre arrosages à l'eau (deux le matin et deux le soir) à raison de 1 mètre cube de liquide par 250 mètres parcourus sur une largeur de 5 mètres, ou autrement dit, par surface de 1250 mètres. Total de l'eau distribuée par jour : 16 mètres cubes. L'eau étant fournie gratuitement, le prix d'arrosage de ce kilomètre de chaussée revient, au coût du collier (cheval et conducteur), à 10 francs par jour.

» Au contraire, cette même surface de chaussée (1 kilomètre sur 5 mètres) ne consomme que 4 mètres cubes de solution de chlorure marquant

33° B et coûtant 7fr,50 le mètre cube (1). Mais ses effets d'humectation durent de cinq à sept jours, soit en moyenne six jours, pendant lesquels tout arrosage est suspendu.

» On arrive ainsi à trouver que, pour une durée de six jours, l'arrosage d'une surface de chaussée de 5000 mètres revient :

Avec l'eau pure (fournie gratuitement) à......	60fr
Avec le chlorure de calcium à...............	40

» Soit une différence de 20 francs en faveur de l'arrosage au chlorure.

» Lorsque le chlorure de calcium est employé avec intelligence, non-seulement il remédie aux inconvénients signalés plus haut, mais il améliore notablement l'état des routes et des chaussées, en les recouvrant d'une sorte de *patine* ou croûte superficielle et dure de 1 à 2 millimètres d'épaisseur, qui oppose une grande résistance, pendant plusieurs jours, non-seulement à la dessiccation du sol, mais encore à sa désagrégation par la marche des piétons ou la circulation des voitures.

» Appliqué à l'arrosage des allées des parcs, il empêche le développement des herbes et économise la partie de la main-d'œuvre relative au ratissage régulier de ces allées. »

BOTANIQUE. — *Étude sur la formation et le développement de quelques galles.* Note de M. **Ed. Prillieux**, présentée par M. Duchartre. (Extrait par l'auteur.)

« Parmi les productions morbides des végétaux, aucune n'a attiré l'attention des observateurs depuis plus longtemps que les galles qui naissent sur les divers organes des plantes à la suite des piqûres des insectes, et aucune n'a été l'objet de l'étude de savants plus éminents. Malpighi, Réaumur ont observé les galles des plantes et en ont décrit un grand nombre. Leurs travaux excellents offrent encore aujourd'hui le plus haut intérêt; mais, depuis un demi-siècle, les moyens de recherches ont été perfectionnés; grâce à l'emploi du microscope composé, l'anatomie des plantes a fait d'immenses progrès. Abordant à son tour, avec les puissants moyens d'investigation dont nous disposons aujourd'hui, l'observation de la structure

(1) Le prix du chlorure à 20° B est de 4fr,15 le mètre cube. La durée de ses effets est diminuée de vingt-quatre à quarante-huit heures.

des galles, M. de Lacaze-Duthiers a fait l'anatomie comparée de ces productions, décrit les éléments histologiques qui les constituent et montré les curieuses relations qui existent entre l'organisation des galles et les conditions de la vie du petit parasite qu'elles abritent et nourrissent.

» Il est toutefois un côté plus particulièrement botanique de l'histoire des galles qui n'a pas à ma connaissance été traité jusqu'ici : c'est la formation même de ces productions, ce sont les relations d'origine qui existent entre les tissus de la galle et ceux de l'organe normal sur lequel ou plus exactement dans lequel elle se développe.

» Dans le travail que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie, j'ai décrit, pour quelques galles de structure plus ou moins compliquée qui naissent sur les feuilles du chêne, les modifications qui se produisent dans le tissu normal à la suite de la piqûre et du dépôt de l'œuf de l'insecte.

» J'ai choisi trois types de conformations différentes : une petite galle lenticulaire et herbacée, d'organisation très-simple; la galle en groseille de Réaumur qui se développe en abondance à la face inférieure des feuilles et sur les chatons mâles du chêne; et enfin une galle qui vient sur le bord des nervures des feuilles de chêne, qui est creuse et contient dans sa cavité une sorte de noyau entièrement libre, qui ressemble à une graine, et dans lequel est une larve. L'organisation de cette galle, qui fournit un exemple de structure très-compliquée, avait été inexactement interprétée par Réaumur et n'avait pas, depuis cette époque, été spécialement étudiée.

» Sur ces exemples j'ai montré comment les tissus morbides les plus complexes émanent du tissu normal. De cette série d'études particulières j'ai pu, je crois, tirer, sans trop de témérité, des notions d'un caractère général touchant le mode de formation et le développement des galles.

» Quand le tisssu du végétal est blessé par l'insecte qui y dépose son œuf, il s'y manifeste une surexcitation formatrice considérable; les cellules voisines de la blessure grandissent et se multiplient par cloisonnement.

» Dans certains cas, on peut nettement distinguer dans le travail organique qui se produit à la suite de la piqûre de l'insecte, les effets différents de deux ordres distincts d'actions de cette piqûre, la lésion mécanique, et l'irritation spécifique qui produit une tumeur différente selon la nature de l'insecte.

» Les suites de la lésion mécanique sont identiques à celles que causerait une piqûre faite par la pointe d'un instrument quelconque; il se forme une petite quantité d'un tissu particulier identique à celui qui se produit sur toute plaie faite à un organe végétal où la vie est encore active. Ce

tissu cicatriciel formé par cloisonnement des cellules voisines de la plaie ferme la blessure ; son développement est très-limité.

» Il n'en est pas de même pour l'irritation spécifique qui accompagne le dépôt de l'œuf et que cause probablement une sorte de venin que l'insecte verse dans la plaie. Sous son action, l'hypertrophie et le cloisonnement répétés des cellules enlève au tissu normal sa consistance et sa structure. Les cellules qui étaient parvenues à la forme particulière, qui devait normalement être définitive pour elles, se métamorphosent en se cloisonnant dans différentes directions en un tissu homogène dont la croissance est absolument indépendante et qui offre les caractères anatomiques d'un tissu primordial en voie de multiplication et d'accroissement très-intense. Les cellules y sont remplies de protoplasma et contiennent des noyaux qui se multiplient activement.

» Telle est la première phase de l'action spécifique de la piqûre : formation aux dépens du tissu normal de la plante, d'un tissu primordial morbide qui entoure l'œuf du parasite.

» Bientôt ce tissu primordial se différencie d'une façon spéciale, donnant naissance à des tissus celluleux morbides qui offrent des caractères particuliers et dont la structure est le plus souvent fort différente de celle des tissus de l'organe qui porte la galle.

» La différenciation des tissus spéciaux se prononce à des degrés divers dans les diverses galles. Plus elle est complète, plus la différence est marquée entre les tissus morbides et les tissus normaux.

» Au voisinage immédiat de l'œuf de l'insecte se forme toujours une couche spéciale qui, par son aspect et sa composition, diffère de toutes les autres et ne fait jamais défaut. Elle est formée de cellules minces, à peu près sphériques et peu pressées les unes contre les autres, que remplit une matière granuleuse, opaque, de nature azotée et qui sert à l'alimentation de la larve. Dans cette couche se dépose aussi très-souvent de l'amidon, mais dans les parties extérieures seulement; cet amidon ne paraît pas servir directement à l'alimentation de l'insecte. Il se résorbe avant que la dent de la larve ait pu l'atteindre ; à sa place apparaissent, dans la matière plasmatique granuleuse, de nombreuses gouttelettes de matière grasse qui sont consommées par l'animal parasite.

» A l'extérieur de cette couche alimentaire s'organisent diverses zones de tissu qui se développent de façon différente selon des espèces de galles et dont l'étude anatomique comparée a été excellemment faite par M. de Lacaze-Duthiers.

» Selon le degré de multiplication et de développement des tissus divers qui les composent, les galles apparaissent hors de l'organe qui les porte et semblent placées à la surface même du végétal ou demeurent à l'intérieur des tissus; elles sont externes ou internes. Les unes et les autres sont identiques à l'origine et ne se distinguent que par les proportions de leur accroissement. »

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Recherches expérimentales sur l'action de l'aniline, introduite dans le sang et dans l'estomac.* Note de MM. **V. Feltz** et **E. Ritter**, présentée par M. Ch. Robin.

« L'analyse des vins vendus à Nancy ayant démontré à M. Ritter que la fuchsine était employée sur une large échelle pour rehausser la couleur des vins et pour masquer l'addition d'eau, nous avons établi une série d'expériences sur l'homme et sur le chien pour étudier l'action de cette substance colorante *pure*, introduite dans l'organisme.

» Ces expériences nous ont semblé d'autant plus nécessaires qu'il y a divergence entre les auteurs qui se sont occupés de la question; elles ont toujours eu pour témoins nos élèves et beaucoup de nos confrères.

» A. Homme. — 1° Un homme robuste, dans la cinquantaine, avale à jeun 200 centimètres cubes de vin, contenant $0^{gr},50$ de fuchsine. Un quart d'heure après, les oreilles se colorent fortement en rouge, la bouche devient prurigineuse; les gencives se tuméfient légèrement; tendance à un crachottement continu. Les urines émises deux heures après sont fortement colorées par la fuchsine, pas d'albumine; la coloration des muqueuses et du tégument disparaît au bout de trois heures.

» 2° Deux jours après, même dose de fuchsine immédiatement après le repas; la coloration des muqueuses et des téguments est moins prononcée, mais cependant assez marquée pour frapper les assistants.

» 3° Le sujet de l'expérience reçoit pendant douze jours, chaque matin, un litre de vin coloré par la fuchsine, saisi à Nancy. La coloration sus-indiquée se produit chaque fois d'une manière passagère; le prurit de la bouche persiste pendant toute la durée de l'expérience, et vers le huitième jour le patient indique du côté des oreilles une sensation de brûlure très-gênante. Le onzième jour, diarrhée modérée, selles colorées par la fuchsine; le douzième jour, coliques très-vives, suivies d'évacuations nombreuses; les urines, roses pendant presque tout le temps de l'expérience, contiennent, à partir du douzième jour, de l'albumine décelée par la cha-

leur et l'acide azotique. Nous suspendons l'expérience : le patient est rétabli au bout de deux jours.

» B. CHIENS. — 1° *Injection de fuchsine dans l'estomac.* — Deux chiens, auxquels on introduit journellement $0^{gr},60$ de fuchsine en solution aqueuse, à l'un pendant quinze jours, à l'autre pendant huit jours, se portent bien apparemment; néanmoins leur poids diminue sensiblement, les urines colorées en rouge contiennent de temps en temps de l'albumine d'une façon évidente et des cylindres granulo-graisseux. Il s'établit souvent une diarrhée, et, dans ce cas, les urines sont moins colorées et moins albumineuses. Les animaux ont un prurit très-violent de la bouche et cherchent à se frotter le museau contre terre. Ils bavent beaucoup.

» 2° *Injection de fuchsine dans le sang.* — Cinq chiens bien portants sont soumis à cette expérience : le premier reçoit $0^{gr},35$ de fuchsine en une fois; le deuxième, $1^{gr},71$ en trois fois; le troisième, $0^{gr},45$ en trois fois, mais en un jour; le quatrième, $1^{gr},80$ en deux fois; le cinquième, $0^{gr},48$ en quatre jours. Tous ces animaux ne semblent pas affectés au début, quoique leurs muqueuses et leurs téguments soient fortement colorés en rouge. Ils perdent bientôt l'appétit, boivent beaucoup, mais n'ont pas de fièvre constatable au thermomètre; la perte de poids est assez rapide et varie entre 1000 et 1500 grammes. Le deuxième chien est mort dix jours après l'opération; le cinquième, le douzième jour; le troisième est sacrifié après vingt et un jours; les deux autres vivent. Les intestins ne présentent pas d'altérations; la fuchsine est cependant éliminée par la bile; le système nerveux ne paraît pas modifié; il n'était pas coloré dans les expériences où les animaux ont été sacrifiés immédiatement après l'injection. Chez ceux-ci, tous les autres organes étaient rougis par la fuchsine, qui se trouvait précipitée sur certains éléments anatomiques; dans le sang même se rencontraient des coagulums colorés. L'altération constante chez les chiens ayant survécu un certain temps est une dégénérescence de la substance corticale du rein, qui est souvent visible à l'œil nu et toujours facilement constatable au microscope. Ainsi s'explique l'apparition constante dans les urines de ces chiens, de l'albumine et de cylindres épithéliaux et granulo-graisseux. Ces éléments étrangers apparaissent dans les urines dès le lendemain de l'injection et persistent plus ou moins longtemps en variant de quantité. Chez le plus malade de nos chiens, l'albumine a varié entre 7 grammes pour 1000 et 33 grammes, et cela très-longtemps après la suspension de toute injection.

» Nous croyons nécessaire d'ajouter que les chiens, avant l'expérience,

n'avaient pas d'albumine dans les urines et que ce liquide d'excrétion a toujours été recueilli directement dans un verre et non extrait à l'aide de la sonde. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur le* Cypressus pyramidalis. Note de M. **Hartsen**.

« Cette Note est relative à deux substances que nous avons trouvées dans le *Cypressus pyramidalis :* une substance amorphe qui se rencontre surtout dans les feuilles, et une matière cristallisable que nous n'avons rencontrée que dans les fruits mûrs ou à peu près mûrs.

» Pour préparer la substance amorphe, on fait macérer des tiges du *Cypressus* dans de l'alcool; puis on distille une partie de l'alcool jusqu'à ce que les matières résineuses soient précipitées. Après avoir séparé le liquide des matières résineuses, on continue à chauffer le liquide pour chasser l'alcool. On voit alors se précipiter une poudre jaunâtre. Cette poudre est insoluble dans l'éther, de sorte que l'on peut employer l'éther pour la séparer complétement des matières résineuses adhérentes.

» Cette substance est insoluble dans l'eau, dans l'acide acétique, dans l'éther, soluble dans l'alcool, même faible. L'acide sulfurique la transforme en une matière brune. L'ammoniaque la dissout en formant un liquide jaune-citron. Sa solution alcoolique forme un précipité jaune avec une solution alcoolique d'acétate de plomb.

» Pour extraire la matière cristallisable, on pile les fruits, et on les fait macérer dans de l'alcool. En soumettant la teinture à l'évaporation spontanée, on obtient des cristaux mêlés d'une matière résineuse. Cette substance cristallise en beaux prismes. Ces prismes ont une légère teinte vert-émeraude, coloration que nous avons vainement tenté de leur enlever au moyen du charbon animal. Chauffés sur le platine, ces cristaux commencent par fondre, puis ils se volatilisent en répandant des vapeurs irritantes. Ils sont insolubles dans l'eau, solubles dans l'alcool et l'éther. Leur solution alcoolique est précipitée par une solution alcoolique d'acétate de plomb. »

M. **Ch. Cros** adresse à l'Académie, par l'entremise de M. Desains, deux épreuves de photographie colorée accompagnées d'une lettre dans laquelle il demande l'ouverture d'un pli cacheté déposé par lui le 2 décembre 1867.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel, contient une Note

intitulée : « Procédés d'enregistrement et de reproductions des couleurs, des formes et des mouvements ». (Extrait.)

« En premier lieu, trois épreuves photographiques sont prises successivement d'après un même tableau. Pour la première de ces épreuves on interpose entre le tableau et l'objectif de l'appareil photographique ordinaire un verre rouge, pour la seconde un verre jaune, pour la troisième un verre bleu. Les rayons de lumière rouge contenus dans le tableau passeront en maximum à travers le verre rouge, et il en sera de même pour les deux autres sortes de rayons et les deux autres verres.

» Si maintenant, après avoir obtenu le positif des trois épreuves, on superpose les projections de ces positifs traversés respectivement par un rayon rouge, jaune et bleu sur un écran, la projection composée représentera le tableau donné avec ses teintes réelles.

» La superposition des projections des trois positifs, respectivement traversés par des rayons rouges, jaunes et bleus, paraîtrait présenter quelques difficultés. Mais ces difficultés disparaissent, si l'on substitue à une superposition réelle une succession rapide des trois projections diversement colorées à la même place.

» La superposition des trois épreuves positives sur une surface blanche, en ayant soin de constituer chacune des épreuves dans la couleur complémentaire de celle qui a servi à l'obtenir, donnera la reproduction définitivement fixée de toutes les teintes du tableau à reproduire, avec une exactitude que limitent seules la pureté et la transparence des couleurs employées. »

M. **Boutin** avait soumis à l'Académie, le 17 février 1873, des vues tendant à établir que l'*Amaranthus blitum* peut produire la grande quantité des nitrates que l'analyse lui avait fait découvrir dans cette plante. Il est heureux de trouver, dans les importantes expériences de M. Berthelot, la confirmation d'une opinion qui ne s'appuyait jusque-là que sur de grandes probabilités.

M. J. **Macé** adresse, par l'entremise de M. Desains, une Note intitulée : « Essai de théorie des phénomènes de polarisation rotatoire magnétique ».

M. J. **Aymonnet** demande l'ouverture d'un pli cacheté déposé par lui à la séance du 19 juin 1876.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel, contient une

Note intitulée : « Relation entre les pouvoirs absorbants des corps simples et leurs équivalents chimiques ».

M. J. Girard adresse une Note portant pour titre : « Phénomène de réfraction solaire observé sur les côtes de Norwége ».

M. A. Marchand adresse une Note sur la chaleur solaire.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE

Ouvrages reçus dans la séance du 12 juin 1876.

(suite.)

Histoire de la médecine arabe; par le Dr L. Leclerc. *Exposé complet des traductions du grec. Les Sciences en Orient, leur transmission à l'Occident par les traductions latines.* Paris, E. Leroux, 1876; 2 vol. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey pour le concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1876.)

Mémoires de la Société d'émulation du Doubs; 4e série, T. VIII-IX. 1873-1874. Besançon, Imp. Dodivers, 1874-1875; 2 vol. in-8°.

Apatovsky. *Trois mois et demi de captivité au camp de Satory.* Sans lieu ni date; br. in-8°.

Le vrai Prométhée ou l'école éternelle. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1874; br. in-8°.

Mirabeau et Sieyès ou la révolution et la contre-révolution; par le Dr Damoiseau. Paris, V. Palmé, 1876; br. in-8°.

Bulletin de la Société impériale des naturalistes de Moscou; 1875, nos 3, 4. Moscou, A. Lang, 1875-1876; 2 liv. in-8°.

Expériences pratiques de la boussole circulaire faites à bord des navires de l'État et de la marine marchande; par E. Marin-Duchemin; 5e édition. Paris, Arnaud et Labat, 1875; br. in-4°.

Traité pratique pour reconnaître, sans le secours de la Chimie, les fraudes, falsifications et sophistification de denrées alimentaires; par Max. Singer. Paris, E. Lacroix, 1876; in-12.

Acta de la Academia nacional de Ciencias exactas existente en la Universitad de Cordova; t. I. Buenos-Aires, 1875; in-4°.

Presentazione di un modello di dieteroscopio ad uso delle scuole di Fisica e di Geodesia. Descrizione ed applicazioni del medesimo; terza comunicazione di G. Luvini. Torino, Paravia e comp., 1876; br. in-8°.

Le diéthéroscope; 3e Communication faite à l'Académie des Sciences de Turin par J. LUVINI. Turin, Paravia, 1876; br. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 19 JUIN 1876.

Cours de Mécanique appliquée aux machines; par J.-V. PONCELET; IIe partie: *Mouvement des fluides, moteurs, ponts-levis*, publié par M. X. KRETZ. Paris, Gauthier-Villars, 1876; in-8°.

Eléments de Botanique; par P. DUCHARTRE; Ire partie, pages 1 à 804. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1876; 1 vol. in-8°.

Observations sur les bulbes des lis; par P. DUCHARTRE; 2e Mémoire. Paris, G. Masson, 1875; br. in-8°.

Etudes sur la bière, ses maladies, causes qui les provoquent, procédé pour la rendre inaltérable, avec une théorie nouvelle de la fermentation; par M. L. PASTEUR. Paris, Gauthier-Villars, 1876; 1 vol. in-8°.

Observations relatives à un Squale pèlerin récemment pêché à Concarneau; par MM. Paul GERVAIS et Henri GERVAIS. Paris, Gauthier-Villars, sans date; opuscule in-4°.

M. Michel Chevalier et le bimétallisme; par H. CERNUSCHI. Paris, Guillaumin et Cie, 1876; 1 vol. in-8°.

Mémoires de la Société d'agriculture, de sciences et d'arts du département du Nord, séant à Douai. — 1826-1827, 1828, 1833-1834, 1839-1840, 1841-1842, 1843-1844, 1845-1846, 1847-1848, 1849, 1867, 1868-1869. Douai, 1826-1871; 10 vol. in-8°.

J. LECLERC. *Un nouveau stadimètre.* Sans lieu ni date; opuscule in-8°. (Extrait du t. II des *Annales de la Société des Lettres, Sciences et Arts du département des Alpes-Maritimes*).

Le collecteur photo-thermique armillaire du professeur Balestrieri; par R. Francisque MICHEL. Saint-Denis, imp. Lambert; sans date; br. in-8°. (Présenté par M. du Moncel.)

Défense de la théorie moderne de l'induction ou influence électrostatique de Melloni et Volpicelli; par R. Francisque MICHEL. Saint-Denis, sans date; br. in-8°. (Extrait du journal *les Mondes*). (Présenté par M. du Moncel.)

Mémoire sur la genèse des eaux minérales et des émanations salines des groupes nord du Caucase; par M. J. FRANÇOIS. Paris, Gauthier-Villars, 1875; br. in-8°.

Les vignes américaines. Catalogue illustré et descriptif avec de brèves indications sur leur culture; par MM. BUSH et fils et MEISSNER, ouvrage traduit de l'anglais par L. BAZILLE, revu et annoté par J.-E. PLANCHON. Montpellier, C. Coulet, Paris, V.-A. Delahaye, 1876; in-8°.

Notice sur le pic du Gar (Haute-Garonne); par M. LEYMERIE. Montpellier, typog. Boehm, sans date; br. in-8°.

The Athenæum; October, November, December 1875. January, February, March, April 1876. London, 1875-1876; 7 liv. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 26 JUIN 1876.

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, publié par les ordres de M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce; t. VIII, 1re partie, 1873. Paris, Imprimerie Nationale, 1876; in-4°.

Catalogue des brevets d'invention; année 1876, n° 4, 1re partie. Paris, Bouchard-Huzard, 1876; in-8°.

Carte géologique détaillée de la France; 4e livraison. Paris, 1877; in-f°.

Application de la Thermodynamique à l'étude des variations d'énergie potentielle des surfaces liquides, conséquences diverses; par G. VAN DER MENSBRUGGHE, Bruxelles, F. Hayez, 1876; br. in-8°.

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et documents; 1876, juin. Paris, Dunod, 1876; in-8°.

Etudes sur le métamorphisme des roches; par M. DELESSE. Paris, Imp. impériale, 1861; in-4°. (Extrait du t. XXVII des *Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des Sciences.*)

Étude clinique et expérimentale sur l'action de la bile et de ses principes introduits dans l'organisme; par V. FELTZ et E. RITTER. Nancy, imp. Berger-Levrault, 1876; in-8°. (Renvoi au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1876.)

Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles publiées par la Société hollandaise des Sciences à Harlem et rédigées par E.-H. VON BAUMHAUER. t. XXI, liv. 23. Harlem, les héritiers Loosjes, 1876; 2 liv. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 19 juin 1876.)

Page 1401, Théorème V, ligne 5, *lisez :* $2m(m'm'' + m'n'' + 2n'n'')$.

» *Supprimez les quatre lignes :* « Il y a $2mn'n''$ solutions étrangères... »

Page 1402, *ajoutez à la seconde ligne :* « 4° m points multiples d'ordre $2n'n''$ aux m points de U_m. »

La Note de M. Tholozan, insérée dans le *Compte rendu* du 19 juin 1876, p. 1419, a été présentée par M. le baron Larrey.

FIN DU TOME QUATRE-VINGT-DEUXIÈME.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JANVIER — JUIN 1876.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME LXXXII.

A

B

C

F

G

H

I

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

Z

TABLE DES AUTEURS.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

W

Y

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
Paris. — Quai des Augustins, 55.